Beiträge zur Kenntnis der Vorgänge in absterbenden Blättern.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Theodor Schmidt
aus Dresden.

ACAD.
LUGD.BAT
BIBL.

Göttingen 1912.
Druck der Dieterichschen Universitäts-Buchdruckerei
(W. Fr. Kaestner).

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Juli 1912.

Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Berthold.

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548107_0138

Einleitung.

Der alljährlich bei unsern einheimischen Pflanzen fast allgemein eintretende herbstliche Laubfall ist eine so auffallende Erscheinung, daß er schon oft der Gegenstand von Untersuchungen nach den verschiedensten Richtungen hin gewesen ist. Die Vorgänge, die sich dabei im Einzelnen abspielen, sind aber noch nicht alle genügend geklärt.

Die zuerst auftretende und auffallendste Erscheinung, die das beginnende Absterben äußerlich sichtbar macht, ist das Vergilben der Blätter. Dieses schreitet entweder von der Spitze zur Basis oder vom Rand zur Mitte fort, oder die ganze Spreite nimmt gleichzeitig einen gelblichen Ton an, der allmählich intensiver wird. Bei nur wenigen Pflanzen tritt die Vergilbung unregelmäßig fleckenweise auf, oder unterbleibt ganz. Abgesehen von letzterem Falle sind fast stets die Nerven und ihre nächste Umgebung in der Vergilbung nicht so weit fortgeschritten, wie die übrigen Spreitenteile.

Dieser Vergilbung geht bei einer großen Anzahl der verschiedensten Pflanzen eine stärkere oder schwächere Rötung voraus oder zeitlich parallel, die meist in derselben Weise wie die Vergilbung fortschreitet und mit zunehmendem Altern des Blattes häufig mehr oder weniger wieder verschwindet.

Über die Erscheinungen, wie sie beim Vergilben im Innern des Blattes vor sich gehen, finden sich, abgesehen von

älteren Arbeiten, genauere Angaben vor allem bei Mohl [1]), Sachs [2]), Briosi [3]) und Wiesner [4]).

Von Einzelheiten können wir hier absehen, es sollen nur kurz die Hauptergebnisse oben genannter Forscher erwähnt werden.

Kurz vor der deutlich sichtbaren Vergilbung des Blattes verlieren die Chlorophyllkörner ihre charakteristische Form und Stellung längs der Zellwände und ballen sich zu einem Haufen, häufig im unteren Ende der Zellen, zusammen, während zugleich eine beträchtliche Abnahme der protoplasmatischen Substanzen erkennbar wird. Der in den Chlorophyllkörnern enthaltene grüne Farbstoff verschwindet entweder gleichzeitig, oder er bleibt noch einige Zeit erhalten. Mit beginnender Zerstörung der Chlorophyllkörner treten zunächst kleine, allmählich größer werdende und zusammenfließende, ölige Tropfen auf. Auch der Zellkern erleidet einen ähnlichen Zerfall. Die äußerlich sichtbare Vergilbung ist eine Folge der Zersetzung der protoplasmatischen Stoffe, in deren Verlauf die wichtigeren, Stickstoff und Magnesium haltigen Spaltungsprodukte, zum Teil abgeleitet werden und so der Pflanze erhalten bleiben, während die übrigen mit dem Blatte abfallen.

Makrochemische Untersuchungen älterer und neuerer Forscher, besonders die von Ramann [5]), Tucker u. Tollens [6]), Fruhwirth u. Zielstorff [7]), Mohr [8]) stellten eine Abnahme der

---

1) Mohl, Botan. Ztg. 1860.
2) Sachs, Flora 1863. Würzburger Arbeiten III. 1883.
3) Briosi, Botan. Ztg. 1873.
4) Wiesner, Berichte d. Akad. zu Wien 64, 1. Abt. 1871.
5) Ramann, Botan. Ztg. 1898.
6) Tucker u. Tollens, Journal f. Landwirtschaft 1900, Bd. 48.
7) Fruhwirth u. Zielstorff, Landwirtschaftl. Versuchs-Stationen 1901, Bd. 55.
8) Mohr, Landwirtschaftl. Versuchsstationen 1903, Bd. 59, Heft 3 und 4.

für die Pflanze wichtigen Stoffe, vor allem von Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Magnesia im absterbenden Blatte fest. Doch stimmen im Einzelnen die Ergebnisse nicht immer überein; so beobachteten z. B. Schulze u. Schütz [1]) wohl eine Abnahme von Phosphorsäure und Stickstoff, nicht aber von Magnesia und Kali. Diese Verschiedenheiten dürften sich wahrscheinlich durch die verschiedenen Ernährungszustände, in denen sich die untersuchten Pflanzen befanden, erklären. Durch diese Untersuchungen ist zweifellos die Tatsache festgestellt, daß in den herbstlich absterbenden Blättern eine Auswanderung eines Teils der wichtigeren aus dem Boden stammenden Elemente stattfindet.

Eine sehr eigentümliche Erscheinung ist nun aber sowohl den mikroskopischen, wie auch den chemischen Untersuchungen bisher entgangen, nämlich ein zuerst von Berthold [2]) auf mikroskopischem Wege nachgewiesenes Stadium sehr starker, aber nur kurze Zeit andauernder Stärkespeicherung zu Beginn des Absterbens im Blatt. Eine ganze Reihe von Objekten zeigte dieses Verhalten, besonders typisch Cephalaria procera. Während in der normalen grünen Spreite nur sehr wenig feinkörnige Stärke vorhanden war, trat dieselbe plötzlich in großen Mengen in einer schmalen, schwach gelblichen Zone vor der Rötung auf, um in der beginnenden Rötung ein Maximum zu erreichen. Dann nahm sie ebenso rasch wieder ab, fand sich zuletzt nur noch an den Bündeln, um dann ganz zu verschwinden. In den ersten Stadien der Rötung zeigten nach der Behandlung mit Kaliumbichromat die oberen Palisaden starke Bräunung durch Gerbstoff, weniger in der zweiten oberen und in der unteren Palisadenschicht. In späteren Stadien war der Gerbstoff in allen Schichten des

1) Schultze u. Schütz, Versuchsstationen 1909, Bd. 71, und 1877, Bd. 24.

2) Berthold, Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation. 1. Teil. 1898.

Blattes vermehrt. Der durch Fehlingsche Lösung nachgewiesene Zucker verhielt sich ähnlich wie die Stärke.

Dieses eigentümliche Verhalten der Stärke bei einer größeren Anzahl von Objekten zu untersuchen, ist in erster Linie der Zweck vorliegender Arbeit. Dabei sind gleichzeitig die Veränderungen, die der Blattinhalt in Bezug auf Zucker und Gerbstoff erleidet, berücksichtigt. Als Gerbstoff sind alle durch Kaliumbichromat gefällten Stoffe bezeichnet. Nebenbei ist auch das Auftreten von Anthocyan und Fett mit beachtet.

Beim Einsammeln der Blätter wurde darauf geachtet, daß sie möglichst von einem Jahrestrieb genommen wurden, der alle Übergänge vom frisch grünen bis zum vollständig vergilbten Blatte trug. Wo dies nicht möglich war, z. B. bei vielen Kräutern und Stauden, wurden die Blätter nach der Intensität des Vergilbens eingereiht. Größter Wert wurde darauf gelegt, daß alle Blätter gleichmäßig gut beleuchtet gewesen waren. Ferner wurden nur solche Pflanzen berücksichtigt, die sich in normalem Ernährungszustande befanden. Infolge des ungewöhnlich heißen und trockenen Sommers von 1911 schieden leider eine große Anzahl von Pflanzen von vornherein aus. Denn es konnten nur solche genommen werden, die in der Nähe des Teiches und des Grabens im Göttinger botanischen Garten gestanden hatten und daher am wenigsten unter der Trockenheit zu leiden hatten. Die frisch gepflückten Blätter wurden sofort auf Zucker und Stärke untersucht und dann mit Kaliumbichromat injiziert.

Nach einigen vorläufigen Stärkeuntersuchungen in der zweiten Hälfte des Oktobers 1910 wurden Ende Juli und von Anfang September bis Ende Oktober 1911 eine große Anzahl von Pflanzen auf den Stärkegehalt ihrer Blätter geprüft. Solche, die stets von Stärke erfüllt waren, schieden von der weiteren Untersuchung aus, da dieses Verhalten wohl auf die große Trockenheit zurück zu führen ist. Ferner wurden auch von denen, die im Verlauf des Absterbens entweder

keine oder nur sehr wenig Stärke führten, nur einzelne in die weiteren Untersuchungen mit einbezogen. Hauptsächlich wurden hierfür nur solche Pflanzen benutzt, die zu einer gewissen Zeit des Hochsommers oder Herbstes keine oder nur wenig Stärke enthielten, dabei aber in späteren Stadien eine beträchtliche Zunahme derselben aufzuweisen hatten.

In folgendem sollen zunächst die Ergebnisse der Einzeluntersuchungen mitgeteilt werden.

Einzeluntersuchungen.

Verbena hastata. 20. X. 11.

5 Blätter:

1 grünlich-gelblich, mit schwach rötlichem Anflug.

2 hellpurpurrot.

3 dunkelviolett, mit grünem Unterton.

4 Spitze wie *3*, sonst grün.

5 grün.

Farbstoff in der 2. Schicht.

Anatomisches: 8 Schichten. 1 mäßig groß, 2 und 3 dichte Palisaden, nicht alle gleich lang, 4 etwas lockerere Palisaden, 2—4 bilden die Hälfte des Mesophylls, 5 und 6 sehr dichtes Schwammparenchym, 7 lockere Palisaden, 8 kleiner als 1. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben eingesenkt, unten hervortretend. Nervenparenchym schwach entwickelt, unverdickt [1]).

Stärke: *1* und *2* frei.

3 überall sehr viel, schwarzblau, am wenigsten im Parenchym des Hauptnervs und dessen Siebteil.

4 nur an größeren Bündeln, schwach hellblau in mittleren Schichten.

5 frei.

Zucker: *1* Spuren in der Spreite, etwas mehr im unteren Nervenparenchym.

2 ziemlich viel, besonders in den unteren Schichten, fast ziegelrot.

1) Die Schnitte wurden, wenn nichts anderes ausdrücklich bemerkt ist, stets so durch die Mitte der Spreite gelegt, daß der Hauptnerv oder einer der größeren Nerven mit getroffen wurde.

3 in der geröteten Zone sehr viel, intensiv ziegelrot.
4 etwas weniger, nur 1. Schicht sehr viel.
5 am Rand fast wie *4*, sonst wenig, keine Färbung.

Gerbstoff: Normales Blatt *5*: 1. rotbraun, am Hauptnerv gelbbraun, 2.—7. hellbraune, tropfige Massen oder auch größere Tropfen, an größeren Bündeln fast frei. 8. größere hellbraune Tropfen. Parenchymscheide hellbraun. Wenige Tropfen im Hauptnerv. Maximum in *1*: bedeutende Zunahme. 1. dunkelrotbraun, 2. gelbbraun oder rotbraun, mit dunkleren Klumpen. Das übrige Mesophyll braun bis dunkelbraun, Nervenparenchym gelbbraun, im Bündel schwarzbraun. Blatt *2—4*: allmähliche Abnahme.

Zusammenfassung:

Stärke im grünen Blatt nicht vorhanden, nimmt bei beginnender Rötung rasch zu, erreicht das Maximum mit der violetten Färbung, nimmt dann überall rasch ab und verschwindet. Zucker verhält sich fast ebenso. Gerbstoff im grünen Blatt bereits überall vorhanden, zeigt bis zuletzt eine beträchtliche Zunahme in allen Schichten.

Betonica montana. 22. IX. 11.

4 Blätter von einem Stengel:

1 gelblich-grünlich, welk.
2 gelb, schwach rötlicher Anflug.
3 oberes Drittel rot, nur am Hauptnerv schwach grünlich, dann eine schmale, blaßgrüne Zone, dann grün, Basis dunkelgrün.
4 Zähne an der Spitze schwach rötlich, oberes Drittel blaßgrün, untere zwei Drittel dunkelgrün.

Farbstoff überall in der oberen und vereinzelt auch in der unteren Epidermis.

Anatomisches: 7—8 Schichten. 1. mittelgroß. 2. lockere Palisaden, ca. $^1/_3$ des Mesophylls, viermal so lang wie breit. 3.—6(7.) lockeres Schwammparenchym, mittelgroße Zellen. 7.(8.) klein. Hauptnerv mit stark entwickeltem Parenchym

aus rundlichen Zellen, mit kleinen Interzellularen. Über dem Bündel ein schwach ausgebildetes Kollenchym, unter demselben eine Sichel schwach sklerenchymatisch verdickter Zellen. Hauptbündel nierenförmig, Siebteil sehr schmal.

Stärke: *1* und *2* frei.

3a (rote Zone) Schwammparenchym in der Nähe der Bündel schwach hellblau, sonst frei.

3b (gelblichgrüne Zone) Palisaden hellblau, Schwammparenchym wenig dunkler, aber nur in der Nähe der Bündel, in größerer Entfernung von ihnen frei, etwas Stärke in der Parenchymscheide und Parenchym des Hauptbündels.

3c (grüne Zone) Palisaden blau, Schwammparenchym dunkelblau, nach dem Hauptbündel zu bedeutende Abnahme, in dessen Stärkescheide blau, Parenchym des Hauptbündels dunkelblau.

4 in der Stärkescheide einige Körner, Palisaden fast vollständig frei, Schwammparenchym hellblau.

Zucker: *1* in allen Gewebeschichten gleichmäßig verteilt nicht viel, schwach ziegelrot.

2 überall viel, ziegelrot, besonders im Hauptnerv über dem Bündel und in den unteren Schichten des Nervenparenchyms.

3a noch mehr wie *2*, obere Epidermis vollständig erfüllt, intensiv ziegelrot.

3b wie *3a*, am Hauptbündel etwas weniger, Stärkescheide vollständig erfüllt, intensiv ziegelrot.

3c nur sehr wenig Oxydulkörner, keine sichtbare Färbung.

4 frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *4*. 1. braungelb, 2. bräunlich gelb, ebenso die untere Epidermis, Mesophyll sonst ohne Gerbstoff, Parenchym des Gefäßteils hellbraun, keine klumpigen Massen, viel Fetttropfen, besonders in der 2. Schicht. Maximum des Gerbstoffgehaltes in *3a*, starke Vermehrung gegen das normale Blatt. Am Rand am meisten, nach dem Hauptnerv zu abnehmend. 1. tiefbraun bis bräunlichgelb. 2. u. 3. braun bis hellbraun, die folgenden Schichten allmählich

heller werdend, 6. (7.) hellbraun, 7. (8.) gelblichbraun. In allen Schichten in homogener Grundfärbung meist klumpige Massen und Fettropfen. Gefäßparenchym dunkelbraun, Nervenparenchym schwach hellbraun. In *3*b stark braune Palisadengruppen und viel im Bündel, im übrigen wie auch in *3*c allmähliche Abnahme des Gerbstoffgehaltes, am meisten behalten die 1. und 2. Schicht und das Bündelparenchym. Die klumpigen Massen werden seltener, an ihrer Stelle treten besonders im Schwammparenchym körnige Massen auf. Fettropfen werden zahlreicher, besonders in der 2. Schicht.

Die älteren Blätter zeigen deutliche Abnahme in allen Schichten, ganz besonders auch im Bündel. 1. lederbraun, 2. u. 3. gelblich braun, 4.—5. (6.) schwach gelblich braun, 6. (7.) u. 7. (8.) hellbraun. Parenchym des Gefäßteils gelblich braun. Überall meist homogen, in der 2. Schicht häufig dunkelbraune Massen. Zellen zum Teil sehr plasma-arm.

Zusammenfassung:

Maximum der Stärkespeicherung in *3*c kurz vor der beginnenden Verbleichung. Am Hauptnerv etwas später als in der übrigen Spreite. Tritt überall im Schwammparenchym zugleich auf, verschwindet zuerst zwischen den Nerven, zuletzt aus dem an größere Bündel grenzenden Schwammparenchym. Zucker zur Zeit des Stärkemaximums sehr wenig, nimmt darnach sehr rasch und stark zu, am Hauptnerv etwas später, Maximum in der geröteten Zone, vor allem in der 1. Schicht und der Stärkescheide. Abnahme zuerst zwischen den Bündeln, es bleibt aber noch ziemlich viel im Blatt zurück. Gerbstoffzunahme tritt mit beginnender Stärkespeicherung in allen Schichten zugleich ein, ebenso im Bündel. Maximum in *3*a, der Zone der intensivsten Rötung. In der 1. Schicht am meisten, in der 2. viel klumpige Massen. In älteren Blättern tritt in allen Schichten und im Bündel zugleich eine Abnahme ein. Die älteren Blätter enthalten weniger Fettropfen als die jüngeren.

Veronica pedunculata. 24. VII. 1911.

7 Blätter, 1—2, 3—5, 6—7 je von einem Trieb:

1 und *2* rot, zwischen den Nerven noch fahl grün.

3—5 Spitze und Rand rot, bei *3* wenig grün zwischen den Nerven, bei *4* obere Hälfte rot, bei *5* oberes Drittel rot. Rötung am Hauptnerv herablaufend.

6 und *7* grün.

Anatomisches: 6 Schichten. 1. ziemlich groß. 2. lockere Palisaden, durchschnittlich viermal so lang als breit, sehr ungleich lang, $^1/_4$—$^1/_3$ des Mesophylls. 3. noch lockerere und kürzerere Palisaden, häufig kommen auf diese zwei Schichten 3 Palisaden. 4. ziemlich dichte, 5. lockere Schwammparenchymzellen, 6. klein. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben eingesenkt, unten hervorgewölbt. 1. hypodermale Schicht oben und unten kollenchymatisch verdickt. Stärkescheide sehr gut ausgebildet, unterseits des Bündels ein Sklerenchymring. Siebteil sehr schmal.

Stärke: *1* und *2* frei.

3 Spreite frei, nur an den Bündeln sehr starke Ansammlung, schwarzblau, besonders in den mittleren Schichten, die untersten frei. Einzelne Zellen des Nervenparenchyms blau, das über dem Bündel liegende Parenchym schwarzblau, ebenso das des Gefäßteils, Siebteil frei. Parenchymscheide frei.

4 Mesophyll überall schwach hellblau, sonst wie *3*.

5 fast überall blau, sonst wie *3*.

6 das ganze Mesophyll schwarzblau, auch in der Parenchymscheide einzelne Körner.

7a (Spitze) vollkommen mit Stärke erfüllt, Palisaden schwarzblau, Schwammparenchym tief dunkelblau, nur Siebteil und unteres Nervenparenchym frei.

7b (Basis) Mesophyll hellblau bis blau, am dunkelsten in der 3. Schicht an größeren Bündeln dunkelblau bis schwarzblau, am wenigsten in der 2. und 5. Schicht. Siebteil und unteres Nervenparenchym frei, Parenchymscheide sehr wenig.

Zucker: *1* mäßig viel Zucker, gleichmäßig verteilt, 6. Schicht, Hauptnerv und Hauptbündel fast frei, schwach ziegelrot.

2 bedeutend mehr als *1*, 1. u. 6. wenig, Palisaden anscheinend mehr als Schwammparenchym, Nervenparenchym sehr viel, Bündel selbst fast frei; ziegelrot.

3 weniger als *2*, 1. ziemlich viel, in der Spreite ungleichmäßig verteilt, Nerv wie *2*; fast ziegelrot.

4 sehr wenig in den Palisaden, Schwammparenchym häufig frei, am meisten unmittelbar am Rand; auch Nerv fast frei.

5—7 nur wenige Körner in der Spreite.

Gerbstoff: Normales Blatt *7*b. 1. gelbbraun, homogen, am Rand und Hauptnerv braun, 2.—5. gelblich, in 2. etwas mehr, 6. braungelb, ebenso Parenchymscheide. An größeren Bündeln alle Schichten schwach hellbraun, Stärkescheide hellbraun, Bündelparenchym braun. Maximum in *2*: Starke Zunahme gegen *7*b in allen Schichten. 1. dunkelbraun, homogen, 2.—5. braun und mit braunen Tropfen erfüllt, in 2. am meisten, nach unten abnehmend, in 5. am wenigsten, 6. braun. Parenchymscheide dunkelbraun, homogen; nach der Mitte in allen Schichten starke Abnahme; zwischen Bündeln Spreite hellbraun, Parenchymscheide braun, homogen. Die Tropfen verschwinden zuerst aus den mittleren Schichten, zuletzt aus der 2. und 5., direkt an Bündeln wie am Rand. Im Nervenparenchym dunkelbraune Tropfen. Bündelparenchym braun. Blatt *1* wie die hellen Teile von *2*, Tropfen verschwinden, nur an den größeren Bündeln noch nicht. Blatt *3—5* starke Abnahme gegen *2*. Blatt *6* fast normal.

Zusammenfassung:

Stärke schon im grünen Blatt viel vorhanden, vielleicht infolge des trockenen Sommers, nimmt aber noch stark zu, und erreicht das Maximum noch vor äußerlich sichtbarem Vergilben. Parenchymscheide enthält stets wenig Stärke, der Siebteil nie. Die Entleerung beginnt zwischen den Bündeln in allen Schichten zugleich. An den Bündeln bleibt lange

eine Ansammlung bestehen, bis sie auch hier und damit auch aus dem Bündel verschwindet. Zucker ist in grünen Blättern fast nicht vorhanden, erst mit intensiver Rötung treten größere Mengen auf, in oberen Schichten (mit Ausnahme der 1.) mehr, als in unteren, ebenso im Nervenparenchym viel. Er nimmt dann wieder beträchtlich ab. Gerbstoff findet sich im normalen Blatt nur wenig, nimmt aber bedeutend in allen Schichten gleichmäßig zu, besonders viel findet sich stets an größeren Bündeln und am Rand. Das Maximum fällt mit dem des Zuckers zusammen. Mit beginnendem Absterben treten Tropfen auf, die bis zum Maximum ständig größer werden. Geringe Abnahme im ältesten Blatt. Hier Tropfen nur noch am Hauptnerv.

Plantago maritima. 12. VII. 1911.

2 Blätter:

1 oberes Drittel vertrocknet, hierauf eine gelbliche Zone (*1*a), mittlere Zone rötlich (*1*b), unteres Drittel grün (*1*c).

2 oberes Viertel gelblich, Nerven rot (*2*a), Mitte grün, Nerven rot (*2*b), untere Hälfte vollkommen grün (*2*c).

Anatomisches: 10 Schichten. 1. ziemlich klein. 2. kurze, dicke, lockere Palisaden, zweimal so lang als breit. 3. sehr lockere Palisaden, 2. und 3. Schicht ein Viertel des Mesophylls. 4.—7. Zellen von quadratischem Querschnitt, 5. und 6. am lockersten. 8.—9. sehr lockere Palisaden, ein Viertel des Mesophylls. 10. sehr flach. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben eingesenkt, unten stark hervorgewölbt. Hypodermale Schicht schwach kollenchymatisch verdickt. Nervenparenchym über und unter dem Bündel sehr großzellig, über demselben ein Faserbündel, unter demselben eine Fasersichel. Siebteil sehr schmal.

Stärke: *1*a und *1*b frei.

*1*c Spuren von Stärke in der Parenchymscheide.

*2*a Spreite in der Nähe der Bündel gleichmäßig blau. Parenchymscheide kräftig blau.

*2*b 2. u. 3. Schicht frei. 4.—9. fast überall Stärke führend, hellblau bis dunkelblau, Parenchymscheide schwarzblau, Stärkescheide blau, Bündel frei.

*2*c 2. u. 3. Schicht fast stets frei, höchstens kleine Gruppen schwach hellblau, 4.—9. blau bis dunkelblau, Parenchymscheide schwarzblau. Hauptbündel wie bei *2*b.

Zucker: *1*a Epidermis frei, Spreite nicht sehr viel, am meisten in der 2. und 3. Schicht und am Hauptnerv, schwach ziegelrot. Hauptnerv frei.

*1*b bedeutend mehr wie *1*a, am Hauptnerv am wenigsten.

*1*c sehr viel, Verteilung wie bei *1*a, über dem Hauptbündel sehr viel, unterhalb frei, ziegelrot.

*2*a fast wie *1*c, aber überall im Nervenparenchym, fast ziegelrot.

*2*b bedeutend weniger, ganz schwach ziegelrot.

*2*c Spreite fast frei, Hauptnerv dagegen sehr viel, Verteilung wie *2*a, nur Hauptnerv schwach ziegelrot.

Gerbstoff: Normales Blatt *2*c. 1. braungelb, homogen, 2. sehr wenig gelbbraune Körnchen, 3.—8. frei, 9. vereinzelte Zellen wie 2., 10. schwach hellbraun, Stärkescheide hellbraun, Bündelparenchym braun.

Maximum in *1*a, sehr starke Zunahme, 1. braun, über großen Bündeln dunkelbraun, 2.—9. massenhaft braune größere und kleinere Tropfen, in 2. u. 3. am größten und dunkelsten. Parenchymscheide braun, 10. hellgelbbraun, homogen, Parenchymscheide mittlerer Bündel schwarzbraun, der größeren, mehr in der Mitte liegenden, mit braunen Körnchen in allen Zellen. Bündelparenchym schwarzbraun. Blatt *1*b wesentlich wie *1*a, zum Teil aber Abnahme der Tropfen an Größe und Intensität. Blatt *2*a und *2*b weitere Abnahme in allen Schichten. Blatt *1*c fast normal, 3. u. 4. und 8. u. 9. Schicht bräunlich, 5.—7. wenig körnige Massen, Parenchymscheide braun, Bündel wie *2*a, schwarzbraun, Nervenparenchym frei.

Farbstoff in der 1. Schicht.

Zusammenfassung:

Stärke ist im normalen Blatt bereits sehr viel enthalten,

nur die obersten drei Schichten sind meist frei. Es folgt eine allmähliche Abnahme, zuerst in den Palisaden, sodann gleichzeitig in allen Schichten zwischen den Nerven, zuletzt aus der Parenchymscheide.

Zucker ist im normalen Blatt nur im Hauptbündel in größeren Mengen vorhanden, nimmt allmählich zu und erreicht sein Maximum, nachdem die Stärke aus dem Mesophyll verschwunden ist. Im Hauptnerv ist zu dieser Zeit weniger als vorher. Die älteren Stellen zeigen besonders in der 1. Schicht und im Hauptbündel eine beträchtliche Abnahme.

Gerbstoff ist im normalen Blatt nur sehr wenig vorhanden, er nimmt aber allmählich in allen Schichten fast zugleich zu, ebenso im Hauptbündel. Sein Maximum liegt nach dem des Zuckers und zwar enthalten die oberen Schichten mehr als die unteren. Auch im Nerven ist eine starke Zunahme eingetreten. Eine Abwanderung des Gerbstoffes vor dem Absterben war nicht festzustellen.

Silaus Besseri. 2. X. 11.

5 Blätter:

1 Blattzipfel gelb, Rand bräunlich.
2 die untersten wie *1*, weiter oben purpurrot.
3 dunkelpurpurrot.
4 vorwiegend grüner Unterton mit schmutzigvioletter Färbung.
5 grün, an der Spitze beginnende violette Färbung.
6 grün, mit kleinen hellgrünen Flecken am Rand.

Anatomisches: 6 Schichten. 1. mittelgroß, 2. große, lange Palisaden, achtmal so lang als breit, Hälfte des Mesophylls, 3.—5. rundliche Schwammparenchymzellen mit kleinen Interzellularen, 6. kleiner als 1.

Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben ganz schwach eingesenkt, unten wenig hervortretend, Nervenparenchym schwach entwickelt, kollenchymatisch verdickt. Siebteil sehr klein, über und unter dem Bündel ein Ölgang.

Stärke: *1—3* frei.

4 Palisaden an kleineren Bündeln hellblau, Schwammparenchym an kleineren Bündeln hellblau, sonst frei, Parenchymscheide blau bis dunkelblau, Parenchym des Gefäßteils blau bis dunkelblau.

5a (dunkler gerötet) Palisadengruppen häufiger blau, 5. Schicht teilweise blau, Ansammlung in der 3.—5. Schicht, am Hauptbündel blau, Parenchymscheide meist schwarzblau, Nervenparenchym hellblau, Bündelparenchym dunkelblau.

5b (heller gerötet) ganze Spreite fast vollständig erfüllt, nur in der 2. Schicht zwischen den Bündeln nicht schwarzblau, sondern nur dunkelblau.

6 zum größten Teil frei, an kleineren Bündeln in 2. Schicht hellblau, 3.—5. blau, sonst frei.

Zucker: *1* viel Zucker, besonders in der 3.—5. Schicht und in der Umgebung der Ölgänge. In der 1. Schicht fast ebenso viel, in der 2. am Hauptnerv wenig, nach dem Rand stark zunehmend. Viel auch im Nerven- und Bündelparenchym; ziegelrot.

2 Zunahme gegen *1*, gleichmäßig viel in allen Schichten, intensiv ziegelrot.

3 in der Spreite am Hauptnerv starke Abnahme, besonders im Schwammparenchym. Nach dem Rande Zunahme, 1. Schicht stets sehr viel, schwach ziegelrot.

4 am Rand noch viel, sonst unregelmäßig verteilt, aber stets in der 2. Schicht weniger, als in der 3.—5. Auch in der 1. und im Hauptnerv weniger, schwach ziegelrot.

5—6 frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *5*, 1. dunkelbraun, tropfig, 2. braune Tropfen in geringer Menge, neben Bündeln mehr, 3.—5. hellbraun, homogen, 3. erheblich weniger, 6. braun, homogen. Parenchymscheide und Bündelparenchym fast braun, homogen. Im Mesophyll am Rand etwas dunkler als in der Mitte.

Maximum in Blatt *1*b (gelb). Ausfällungen in Zellen

derselben Schicht zum Teil sehr verschieden. 1. dunkelbraun, körnig, 2. meiste Zellen mit dunkelbraunen, ziemlich großen Tropfen, stellenweise braune, kleinere tropfige Massen oder große schwarzbraune Tropfen, letztere meist am Rande in absterbenden Zellen, 3.—5. braune Tropfen in allen Zellen, in 3. am wenigsten, in 5. am meisten, in letzterer auch stellenweise braun, homogen, 6. braun, körnig. Parenchymscheide und Bündelparenchym vorwiegend braun, homogen. An den Stellen, wo die Palisaden dunkler, ist auch das Schwammparenchym dunkler. Blatt *2—3* zeigen kaum eine Abnahme, hauptsächlich in der 3. Schicht. Blatt *4* hat stellenweise sehr dunkle Palisaden. Blatt *6* überall wenig mehr als Blatt *5*. Blatt *1*a (absterbende Stelle) zeigt im allgemeinen starke Abnahme gegen *1*b, aber noch schwarzbraune Tropfen in der Nachbarschaft abgestorbener Zellen.

Zusammenfassung:

Die Stärkespeicherung beginnt in der Parenchymscheide kleinerer Bündel und dem direkt angrenzenden Mesophyll. Sie erfüllt rasch die ganze Spreite und Bündel vor der beginnenden Rötung. Die Ableitung beginnt zwischen den Bündeln, sodaß die Parenchymscheide und das angrenzende Mesophyll am längsten Stärke enthalten. Die 2. Schicht enthält stets weniger als die übrigen. Bündelparenchym stets, Nervenparenchym weniger Stärke führend. Stärke wandert vor der intensivsten Rötung vollkommen aus.

Zucker findet sich nicht im normalen Blatt. Er tritt erst nach dem Stärkemaximum auf, und erreicht es seinerseits in den leuchtend purpurroten Blättern. Am meisten findet sich stets am Rand, am wenigsten in der zweiten Schicht. In Blatt *1* ist eine Abnahme eingetreten, besonders in der 1. u. 2. Schicht.

Gerbstoff findet sich im normalen Blatt in mäßigen Mengen, nimmt aber bis Blatt *1*b stark zu. Sein Maximum liegt nach dem des Zuckers. Es findet auch eine erhebliche Abnahme in den ältesten Teilen statt.

Levisticum officinale. 28. VII. 1911.

4 Blätter:

1 Spitze vertrocknet, darunter eine schmale, gelbe Zone. Hauptnerv, größere Nerven und angrenzendes Parenchym hellgrün, dazwischen gelbe Flecke.

2 vorwiegend hellgrün, Spitze und Rand gelb, zwischen den Nerven kleine, gelbe Flecke.

3 dunkler grün, Spitze und Rand gelblich.

4 frisch grün.

a = an der Spitze geschnitten,

b = in der Mitte geschnitten.

Anatomisches: 7 Schichten, 1. ziemlich groß, 2. Palisaden, drei bis viermal so lang als breit, 3. Palisaden, dreimal so lang als breit, 2. u. 3. fast $^1/_2$ des Mesophylls, 4. u. 5. lockeres Schwammparenchym, 6. lockere Palisaden, 7. kleiner als 1. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben wenig, unten sehr stark hervortretend, ober- und unterseits kollenchymatisch verdickte Zellen. Nervenparenchym großzellig, deutliche Stärkescheide.

Stärke: *1*a frei.

*1*b Palisaden schwach hellblau, Schwammparenchym blau.

*2*a öfters abgestorbene Zellen im untersten Schwammparenchym blau, sonst frei.

*2*b wie *1*b.

3 Palisaden nicht ganz gleichmäßig hellblau oder schwach hellblau, ebenso das Schwammparenchym hellblau oder blau, am meisten in den untersten Schichten.

4 Palisaden fast frei, Schwammparenchym schwach hellblau.

1—4 Hauptnerv und -bündel stets frei.

Zucker: *1*a frei.

*1*b geringe Spuren im Mesophyll.

*2*a fleckenweise, besonders an größeren Bündeln größere Mengen im Palisaden- und Schwammparenchym.

*2*b, *3—4* frei.

Gerbstoff (nur in der Mitte geschnitten): Normales Blatt *4*, 1. hellbräunlich oder hellgelb, Mesophyll ganz schwach hell-

braun, die untere Hälfte meist rein grün. Bündel frei, nur ganz wenig im Hauptbündel. Parenchymscheide hellbraun, 7. bräunlich gelb.

Maximum in Blatt *2*, 1. dunkelbraun, 2. fast dunkelbraun, mit vielen, schwarzbraunen klumpigen Massen. Nach den unteren Schichten nimmt die Intensität der Färbung ab. 6. Schicht: viel klumpige Massen. 7. braun. Parenchymscheide dunkelbraun, homogen, selten feinkörnig, Nervenparenchym fast frei, nur beide hypodermale Schichten und die das Bündel umgebende Schicht braun, ebenso das Bündelparenchym. Blatt *3* steht an Intensität der Färbung zwischen *2* und *4*. Die Verteilung des Gerbstoffes auf die Schichten ist dieselbe mit Ausnahme der 6. Schicht, die meist frei ist. Blatt *1* zeigt wenig Abnahme gegen Blatt *2*.

Zusammenfassung:

Das Maximum der Stärkespeicherung in Blatt *3* bei der beginnenden Verfärbung, sie tritt in der 6. Schicht zuerst auf und verschwindet dort zuletzt. Zucker tritt erst nach dem Stärkemaximum auf, und erreicht es seinerseits erst in stark vergilbenden Blättern. Es findet sich nur wenig vor, dieser wird vollkommen abgeleitet.

Gerbstoff nimmt vom Beginn des Vergilbens an beträchtlich zu, am meisten in oberen Schichten und im Hauptbündel. Die Auswanderung im letzten Stadium ist nur gering.

Oxalis umbellifolia. 9. X. 1911.

4 Blätter:

1 Basis und Mitte gelb, Rand und zwischen den Nerven purpurrot.

2 Mitte grünlich, dann nach dem Rand zu gelblich, Rand rot.

*3*a (1. Fieder) dunkelgrün mit breitem roten Rand.

*3*b (2. Fieder) dunkelgrün.

4 frisch grün.

Farbstoff in der oberen, teilweise auch in der unteren Epidermis.

Anatomisches: 7 Schichten, 1. sehr groß, Wassergewebe, 2. schmale Palisaden, viermal so lang als breit, $^1/_2$ des Mesophylls, 3.—6. dichtes Schwammparenchym, 7. fast so groß wie 1, sehr stark nach außen gewölbt. Parenchymscheide fehlt, Hauptnerv oben schwach eingesenkt, unten hervorgewölbt. Nervenparenchym sehr großzellig, Bündel klein, mit einer Sichel schwach verdickter Fasern.

Stärke: *1* frei.

2 Spreite frei, nur am Hauptnerv starke Anhäufung im Mesophyll, 2.—6. Schicht dunkelblau. Hauptnerv und -bündel frei.

3a in der Gegend des Hauptnerven im Mesophyll blau, Nervenparenchym frei, im Bündelparenchym wenige Körner. Nach dem Rande Abnahme in der Spreite, zuerst in 1., dann auch in 5. u. 6., zuletzt in den mittleren Schichten.

3b weniger als *3a*, am Hauptbündel nur schwach hellblau.

4 etwas mehr als *3b*. Palisaden meist hellblau, am Rand frei, ebenso das Schwammparenchym, aber dieses am Hauptbündel blau.

Zucker: *1* Epidermis wenig, Spreite viel, Nerven- und Bündelparenchym sehr viel, ziegelrot,

2 im allgemeinen weniger, aber im Schwammparenchym mehr, als in den Palisaden, fast ziegelrot.

3a Hauptnerv und benachbarte Spreite frei, nach dem Rand Zunahme, bis ziegelrot.

3b ebenso, nur Zucker führende Zone schmaler.

4 nur nahe am Rande fast ziegelrot.

Gerbstoff: Normales Blatt *4*, Blattmitte frei, nach dem Rande zu in 1. körnige hellbraune Massen, bräunliche Massen im Mesophyll, am Rand 1. u. 3.—6. hellbraun.

Maximum in Blatt *2*: 1. hellbraune Tröpfchen, nach dem Rand zunehmend, 2. meist frei, viel Oxalat, 3.—6. mit hellbraunen bis braunen tropfigen Klumpen, Abnahme vom Rand

zur Mitte, am meisten in den unteren Schichten. Bündel frei. Blatt *3a* und *3b* stehen zwischen *2* und *4*. Blatt *1* zeigt im allgemeinen Abnahme gegen *2*, an einzelnen Flecken dagegen große dunkelbraune Tropfen in 2.—6. In Blatt *1* und *2* in der 2. Schicht farblose Tropfen, die bei *1* am Hauptnerv braun sind.

Zusammenfassung:

Stärke findet sich im normalen Blatt etwas in den Palisaden, mehr im mittleren Schwammparenchym, nimmt dann in allen Schichten stark zu, im letzten Stadium der Speicherung findet sie sich nur noch in mittleren Schichten. Gegen Ende der Auswanderung starke Anhäufung an den Bündeln. Mit eintretender Rötung ist die Stärke aus dem Mesophyll verschwunden. Zucker tritt nicht in grünen Teilen der Spreite auf, sondern erst näher am Rande und erreicht sein Maximum nach dem der Stärke in intensiv geröteten Teilen. In den ältesten Teilen ist keine Abnahme eingetreten. Die Epidermis enthält stets wenig, am meisten die unteren Schichten und in Blatt *1* u. *2* auch der Hauptnerv. Gerbstoff findet sich im normalen Blatt nur am Rand in geringen Mengen. Er nimmt in allen Schichten zu, am meisten im Schwammparenchym. Sein Maximum liegt vor dem des Zuckers. Geringe Abnahme im ältesten Blatt.

Trifolium purpureum. 10. X. 1911.

5 Blätter:

1 gelblich grünlich, nach dem Rand zu verblassende Rötung, Rand vertrocknet.

2 Hauptnerv dunkelgrün, zu beiden Seiten eine dunkelpurpurrote Zone, die nach dem Rand zu schwach rötlich wird. Rand vertrocknet.

3 Blattmitte längs des Hauptnervs grün, dann dunkelpurpurrot, Randzone hellpurpurn.

4 Anflug von Rötung längs des Randes.

5 grün.

Farbstoff in der oberen und unteren Epidermis.

Anatomisches: 10 Schichten. 1. ziemlich klein, mehr hoch als breit. 2. u. 3. kurze, dicke Palisaden, zusammen $^1/_3$ des Mesophylls, ungleich lang. 4.—9. kleine Schwammparenchymzellen mit kleinen Interzellularen. 10. wie 1. Parenchymscheide fehlt, Hauptnerv oben wenig eingesenkt, unten stark hervortretend. Nervenparenchym oben schwach, unten stark entwickelt, großzellig, über und unter dem Hauptbündel Faserbelag, Siebteil sehr schmal.

Stärke: *1* Randzone frei, daneben in 3. u. 4. blau, nach dem Hauptnerv zu rasch an Intensität und nach oben und unten zunehmend. An der am meisten Stärke führenden Stelle: 2. blau, 3. u. 4. dunkelblau, die folgenden Schichten heller werdend, bis hellblau. Weiter nach der Blattmitte wieder rasch abnehmend, zuletzt nur noch im oberen Schwammparenchym an kleineren Bündeln, Hauptnerv und seine Nähe frei.

2 stärkefreie Zone am Rand schmäler, sonst wie *1*.

3 am Rand 2.—9. schwarzblau, nach der Mitte zu Abnahme, zuerst in der 2. Schicht. Schwammparenchym fast bis an den Hauptnerv dunkelblau, Hauptnerv frei.

4—5 frei.

Zucker: *1* frei.

2 Rand nicht sehr viel, schwach ziegelrot, im Siebteil wenig, sonst frei.

3 nur im Siebteil und Nervenparenchym.

4 im Nervenparenchym mehr als *3*.

5 wie *4*, sonst frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *5*, 1. dunkelbraun, Mesophyll frei, 10. hellbraun, unter dem Hauptnerv braun, Nervenparenchym schwach hellbraun, besonders die hypodermalen Schichten.

Maximum des Gerbstoffes in Blatt *2*, am Rand das ganze Mesophyll braun, nach der Mitte zu abnehmend, zuerst im mittleren Mesophyll, Schwammparenchym am Hauptnerv noch ganz schwach hellbraun, 2., 3. u. 9. Schicht durchschnittlich

braun, an allen Bündeln intensiver, als dazwischen, 1. dunkelbraun, 10. braun. In Blatt *3* verhält sich der Rand so wie bei *2*, Gerbstoffgehalt nimmt aber sehr rasch nach der Mitte zu ab, und zwar zuerst im Schwammparenchym, dann auch in den Palisaden, letztere über den Bündeln meist braun, am Hauptbündel hellbraun. Blatt *4* zeigt weitere Abnahme, nur am Rand etwas Gerbstoff. Blatt *1* zeigt ebenfalls eine sehr erhebliche Abnahme gegen *2* in allen Schichten. Nur im Hauptnerv ist eine Zunahme eingetreten. Nervenparenchym seitlich des Bündels dunkelbraun, Bündelparenchym meist schwach hellbraun.

Zusammenfassung:

Stärke tritt zuerst im Schwammparenchym und zwar kurz vor der intensiven Rötung sofort in großen Mengen auf, erreicht das Maximum in der hellpurpurroten Zone, sie nimmt zuerst zwischen den Bündeln in den oberen und unteren Schichten ab und verschwindet zuletzt aus den mittleren Schichten in der Nähe der Bündel. Hauptnerv stets frei.

Zucker findet sich nur sehr wenig, am meisten in *2* am Rand, und außerdem im Sieb- und Nervenparenchym der jüngeren Blätter.

Gerbstoff erfährt mit beginnendem Absterben eine stetige Zunahme, die Vermehrung tritt vom Rand her ein, wird zuerst an kleineren Bündeln erkennbar. In mittleren Schichten tritt er zuletzt auf. Sein Maximum liegt stets näher dem Rand, als das der Stärke, nach der intensivsten Rötung. Im ältesten Blatt ist eine sehr erhebliche Abnahme eingetreten. Nur der Hauptnerv zeigt eine regelmäßige Zunahme vom jüngsten bis zum ältesten Blatt.

Sorbus americana. 25. IX. 1911.

8 Fiederblättchen von 4 Blättern:

1 gelbbräunlich, welk.
2 Rand gelb, sonst rötlich.

3 grünlich gelblich mit schwach rötlichem Anflug. Nerven schwach grünlich.
4 grünlich mit schwach rötlichem Anflug, Rand gelb.
5 vorwiegend hellgrün, Rand gelblich.
6 u. *7* gleichmäßig hellgrün.
8 grün, mit eben beginnender Verfärbung.

Farbstoff in der 2. Schicht.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. mittelgroß, mit fast stets verquollener Innenmembran, 2. Palisaden, 4 mal so lang als breit, $^1/_3$ des Mesophylls, 3. kürzere und lockere Palisaden, 4.—7. kleine, lockere Schwammparenchymzellen, 8. fast ¦so groß wie 1. Parenchymscheide an allen Bündeln vorhanden. Nervenparenchym über dem Bündel kollenchymatisch verdickt, unter demselben ziemlich großzellig, 1. hypodermale Schicht kollenchymatisch verdickt, unter dem Bündel eine Fasersichel.

Stärke: *1—5* frei.
6 einzelne Palisadengruppen in der Nähe von größeren Bündeln blau, Parenchym des Gefäßteils in großen Bündeln dunkelblau.
7 u. *8* wie *6*, in *8* teilweise feinkörnige Stärke in den Palisaden.

Zucker: *1* in der Spreite viel, besonders am Hauptbündel und im Bündelparenchym, ziegelrot.
2 geringe Abnahme, fast ziegelrot.
3 in der ganzen Spreite sehr viel, besonders in der Parenchymscheide und im Bündelparenchym, intensiv ziegelrot,
4 wie *3*.
5 u. *6* in der Spreite deutliche Abnahme, aber stets sehr viel in der Parenchymscheide, fast ziegelrot.
7 überall deutlich weniger, am meisten noch in der Parenchymscheide, in den Epidermen sehr wenig, schwach ziegelrot.
8 in allen Teilen der Spreite nur wenig, keine Färbung.

Gerbstoff: Normales Blatt *8*, 1. dunkelrotbraun, homogen, 2. braune Tropfen und kleine klumpige Massen, die an größeren Bündeln, aber nicht am Hauptbündel, fast die ganze Zelle

erfüllen, 3—6. zum großen Teil frei, sonst mit wenig braunen Tropfen, 7. überall braune Tropfen, oder körnige Massen, 8. hellbraun, homogen, Parenchymscheide braune Tropfen oder Körnchen in homogener brauner Grundfärbung. Untere hypodermale Schicht des Hauptnerven mit dunkelbraunen Tropfen, einzelne Nervenparenchymzellen hellbraun, oberseits etwas dunkler, Bündelparenchym tief dunkelbraun.

Maximum in Blatt *4*, 1. schwarzbraun, 2. dunkelbraune körnige und tropfige Massen, 3.—6. braune Tropfen in allen Schichten, 7. dunkelbraune tropfige od. klumpige Massen, 8. braun, homogen, Parenchymscheide dunkelbraun, homogen und körnig. Am Hauptnerv untere Epidermis braun, körnig, ebenso die hypodermale Schicht. Parenchymscheide und Bündel wie 8. Blatt *5* wie *4*, aber mittlere Schichten meist frei von Gerbstoff. Blatt *6* u. *7* fast normal. Blatt *3* zum Teil noch wie *4*, teilweise Abnahme in der 2. Schicht und besonders im Schwammparenchym. Blatt *2* weitere starke Abnahme der klumpigen Massen. Blatt *1* die am Rand gelegenen Partien fast vollkommen frei, nur untere Epidermis schwarzbraun, Parenchymscheide braun. Nach der Mitte zunehmend, dort wie *2*.

Zusammenfassung:

Es wurde nur wenig Stärke zu Beginn des Absterbens in den oberen, an größeren Bündeln liegenden Palisaden und im Parenchym des Gefäßteils gefunden. In Blättern mit deutlicher Vergilbung ist keine Stärke mehr vorhanden.

Zucker findet sich im normalen Blatt nur wenig, nimmt erst langsam, nach dem Verschwinden der Stärke sehr rasch in allen Schichten zu, um dann wieder etwas abzunehmen, in abfallenden Blättern verbleibt ziemlich viel. Die Parenchymscheide enthält stets auffallend viel.

Gerbstoff ist im normalen Blatt ziemlich viel enthalten. Färbungsintensität der homogenen Massen, sowie die Mengen der klumpigen und tropfigen Ausscheidungen nehmen in allen Schichten zu, bis zuletzt auch die mittleren Parenchymschichten, die sonst frei sind, braune Tropfen enthalten. Das Maximum

fällt mit dem des Zuckers zusammen, wird aber schneller überschritten. Die Entleerung ist eine ziemlich vollständige, die in unteren Schichten zuerst, in oberen zuletzt eintritt. Parenchymscheide und untere Epidermis bis zuletzt gerbstoffhaltig. Im Hauptnerven keine großen Unterschiede zwischen den einzelnen Blättern.

Amygdalus nana. 21. IX. 1911.

7 Blätter, 1—4, 5—7 je von 1 Trieb:

1 gleichmäßig hellrot, abfallend.
2 an Nebenadern 1. Ordnung schwärzlich grün, dazwischen purpurrot.
3 ähnlich *2*, aber ein mehr schmutziges Rot.
4 vorwiegend schwärzlich grün. Zähne rot, zwischen den Nerven ein leichter roter Anflug.
5 dunkelgrün.
6 etwas heller.
7 frisch grün.

Farbstoff: in der 2. Schicht und dem untersten Schwammparenchym.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. mittelgroß, mit meist verquollener Innenmembran, 2. gut ausgebildete Palisaden, 4—6 mal so lang als breit, $^1/_4$ des Mesophylls, 3. kürzere und lockere Palisaden, 4.—6. sehr lockere, häufig bohnenförmige Palisaden, 7. typische, etwas lockere Palisaden, 2—3 mal so lang als breit, $^1/_4$ des Mesophylls, 8. wie 1, aber weniger oft verquollen, deutliche Parenchymscheide, im Hauptnerv über dem Bündel Kollenchymzellen, unter demselben ein Faserbelag, 5—7 Schichten Nervenparenchym mit kleinen Interzellularen.

Stärke: *1—4* frei.
5 Hauptbündel frei, 2. u. 3. Schicht fast überall etwas Stärke, bis zu hellblau, teilweise dunkelblaue Anhäufung an mittleren Bündeln in mittleren Schichten.
6 etwas mehr als *5*, Palisaden fast immer hellblau, ebenso

teilweise im Schwammparenchym. Parenchymscheide hellblau.

7 vereinzelte Zellen mit Stärke in der 3. Schicht.

Zucker: *1* in allen Teilen der Spreite sehr viel, besonders starke Anhäufung in der Parenchymscheide und dem Bündelparenchym, ziegelrot.

2 noch etwas mehr als *1*, intensiv ziegelrot.

3 bedeutend weniger, im Hauptbündel sehr wenig hellziegelrot.

4 im Hauptbündel etwas mehr, in der Spreite weniger, als in *3*, schwach ziegelrot.

5 nur geringe Mengen in Spreite und Hauptbündel, keine Färbung.

6 Spreite wie *5*, Hauptbündel etwas mehr, dieses schwach ziegelrot.

7 Spreite fast frei, Bündel sehr wenig.

Gerbstoff: Normales Blatt *7*, 1. schwarzbraun, 2. hellbraun, 3. sehr schwache Tönung, 8. hellbraun, sonst Mesophyll ohne Gerbstoff. Parenchymscheide lederbraun, Bündelparenchym braun.

Maximum im Blatt *2*, 1. Schicht dunkelrotbraun bis schwarzbraun, 2. lederbraun, 3.—7. gelbbraun, 8. lederbraun, Parenchymscheide schwarzbraun, ebenso viele Bündelparenchymzellen, hypodermale Schicht des Hauptnerven lederbraun. Die jüngeren Blätter zeigen eine Abnahme des Gerbstoffgehaltes, zuerst in den mittleren Schichten. Blatt *4* im wesentlichen normal. Blatt *1* im allgemeinen wie *2*, nur viel weniger in mittleren Schichten, am Hauptbündel mehr als *2*.

Zusammenfassung:

Stärkespeicherung beginnt in der 3. Schicht, erreicht das Maximum in Blatt *6*, findet sich dann in allen Schichten, verschwindet zuletzt aus dem an Bündel grenzenden Mesophyll. Mit dem Beginn der Färbung ist alle Stärke verschwunden.

Zucker findet sich in den jüngeren Blättern nur sehr wenig, nimmt erst mit dem Verschwinden der Stärke bedeutend

zu und erreicht das Maximum in dem purpurroten Blatt. Geringe Abnahme im ältesten Blatt. Es findet sich hier sehr viel in der Parenchymscheide und dem Bündelparenchym.

Gerbstoff nimmt mit fortschreitendem Absterben erst langsam, vom Moment stärkerer Rötung an, schneller zu. Maximum in *2*. Geringe Abnahme in *1*, nur in mittleren Schichten ziemlich starke.

Waldsteinia sibirica. 22. IX. 1911.

7 Blätter:

1 dunkelpurpurrot, Spitze abgestorben, schwarz.
2 Basis olivgrün, nach der Spitze zu zuerst bräunlich, dann rotbraun, Spitze vertrocknet.
3 Basis etwas kräftiger grün, dann rotbraun, Rand gelblichbraun.
4 Basis grün, dann olivgrün, am Rand beginnende Rötung.
5 vorwiegend grün, Rand olivgrün.
6 fahlgrün.
7 frisch dunkelgrün.

Farbstoff in der 2., vereinzelt auch in der 7. Schicht.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. groß, 2. verhältnismäßig dicke Palisaden, 3 mal so lang als breit, $^1/_3$ des Mesophylls, 3.—7. große horizontal gestreckte Zellen, mit nicht sehr großen Interzellularen, 8. von unregelmäßiger Größe, meist ziemlich klein. Parenchymscheide an allen Bündeln vorhanden. Hauptnerv oben wenig, unten etwas mehr hervortretend. Nervenparenchym schwach entwickelt, mit kollenchymatischer Verdickung, unter dem Bündel eine Fasersichel. Gefäßteil bedeutend größer als Siebteil.

Stärke: *1—3* nur in einzelnen abgestorbenen Palisaden.
4 in allen Schichten und Nerven etwas Stärke, am meisten in den mittleren Schichten, hellblau, sehr gleichmäßig durch die ganze Spreite. Auch schwach hellblau in der unteren Epidermis.

5 weniger als *4*, nur im Schwammparenchym schwach hellblau, sonst frei.
6 noch weniger in der Spreite als *5*, wenige Körner im Bündelparenchym.
7 frei.

Zucker: *1* überall in Spreite und Bündel etwas, am meisten in der 1. Schicht, schwach ziegelrot.
2 mehr als *1*, fast ziegelrot.
3 wie *1*.
4 fast wie *2*, im Hauptnerv mehr.
5—7 weniger als *1*, keine Färbung.

Gerbstoff: Normales Blatt *7*, Zellen der einzelnen Schichten verhalten sich sehr ungleich. 1. gelbbraun, homogen, oder rotbraun tropfig, 2. meist braun, körnig, einzelne Zellen frei. Die mittleren Schichten stets dunkelbraun, körnig, die unteren braun, oder auch einzelne Zellen frei, 8. braun, Parenchymscheide dunkelbraun, einzelne Zellen im Nervenparenchym braun, Gefäßparenchym braun.

Maximum in Blatt *3*: Zunahme der Färbungsintensität aller Schichten, sonst wie *7*. Blatt *7—3* allmähliche Abnahme, ebenso Blatt *2—1*. Blatt *1* zeigt starke Abnahme gegen *3* in allen Schichten, die teilweise stark entleert sind. Meist enthalten die mittleren Schichten und die Parenchymscheide mehr. Am Hauptbündel wie Blatt *3*.

Zusammenfassung:

Stärke findet sich im normalen Blatt nicht. Sie tritt zuerst im Schwammparenchym auf, verbreitet sich im Maximum auch in geringen Mengen in die Palisaden, während das Schwammparenchym zu dieser Zeit, vor der beginnenden Rötung, ziemlich viel enthält. Bei Eintritt der Rötung ist sie vollkommen verschwunden.

Zucker findet sich im normalen Blatt nur wenig, das Maximum nach dem der Stärke in der oberen Epidermis im rotbraunen Blatt.

Gerbstoff findet sich im normalen Blatt bereits in großen

Mengen, nimmt noch schwach zu, Maximum vor dem des Zuckers. Im ältesten Blatt sehr weitgehende Auswanderung aus allen Schichten.

Euphorbia palustris. 20. IX. 1911.

7 Blätter.

1 der größere, an der Spitze gelegene Teil der Spreite rot, der übrige gelb, welk.
2 obere zwei Drittel der Spreite, intensiv rot, nach unten gelblich grünlich.
3 oberer Teil hellrot, unterer grünlich.
4 Rötung am Mittelnerv, Rand grün.
5 Anflug von Rötung am Mittelnerv.
6—7 grün.

Farbstoff in der 2. Schicht.

Anatomisches: 6 Schichten, 1. nach oben gewölbt, mittelgroß, 2. lange, lockere Palisaden, $^2/_3$—$^3/_4$ des Mesophylls, 3.—5. kleine Schwammparenchymzellen mit kleinen Interzellularen, 6. fast so groß wie 1. Parenchymscheide fehlt, Hauptnerv oben schwach, unten stärker hervortretend. Hypodermale Schicht des Nervenparenchyms kollenchymatisch verdickt, ziemlich großzellig.

Stärke: *1*a (Spitze) keine Stärke.
*1*b (Basis) sehr wenig in einzelnen Palisaden und im Bündelparenchym.
2 und *3* Spreite frei, Bündel wie *1*b.
4—7 vollständig frei.

Zucker: *1* u. *2* an Mitte und Basis geschnitten.
*1*a In der Spreite gleichmäßig verteilt viel Zucker, im Hauptbündel wenig mehr, ziegelrot.
*1*b mehr als in *1*a, überall gleichmäßig verteilt, im Hauptbündel mehr, intensiv ziegelrot.
*2*a am Hauptbündel intensiv ziegelrot, nach dem Rand abnehmend, dort selbst frei.

*2*b noch mehr wie in *2*a, nach dem Rand abnehmend, in und am Hauptbündel am meisten, stark ziegelrot.
3 wie *2*b.
4 in und am Hauptbündel ziemlich viel, der größte Teil der Spreite frei.
5 etwas mehr als *4*.
6 u. *7* wenig im Hauptbündel, einzelne Körner in der Spreite und in der oberen Epidermis.

Gerbstoff: Normales Blatt *6*, 1. Zellen voller rotbrauner Tropfen, 2. meist mit größeren oder kleineren hellbraunen Tropfen, einzelne Palisaden frei, andere mit dunkelbraun gefärbtem Wandbelag, 3.—5. mit hellbraunen oder etwas dunkleren Tropfen, in 3. am wenigsten, Zellen zum Teil frei, 6. die meisten Zellen mit großen dunkelbraunen Tropfen, einzelne mit braungelber homogener Ausfällung. Einzelne Zellen des Nerven- und Bündelparenchyms dunkelbraun.

Maximum in Blatt *2*, überall viel Tropfen, Färbung viel intensiver, 1. tiefrotbraun, 2. dunkelbraune Tropfen von allen Größen, 3. häufig frei, 4.—5. dunkelrotbraune Tropfen, 6. ebenso, Tropfen größer, Bündel wie in Blatt *6*, Niederschlag etwas dunkler. Blatt *3* u. *4* zunächst geringe, dann bedeutende Abnahme der Färbungsintensität gegen *2* in allen Schichten, kleine Tropfen im Mesophyll, Bündel wie *6*. Blatt *5* u. *7* Abnahme der Tropfenzahl, fast normal, nur im Schwammparenchym etwas dunkler. Blatt *1* zeigt erhebliche Abnahme gegen das Maximum in *2*, sonst ähnlich.

Zusammenfassung:

Stärke fand sich nur in wenigen Palisaden und Bündelparenchymzellen unterhalb der intensiv roten Spreitenteile.

Zucker tritt zuerst in der Nähe des Hauptnerven auf, verbreitet sich von hier aus durch die ganze Spreite. Während er hier in den geröteten Teilen liegt, befindet sich das Maximum in der gelblich grünen Zone vor der intensivsten Rötung. In den älteren Blättern findet keine erhebliche Auswanderung statt.

Die Gerbstoffmengen unterscheiden sich nur durch die Qualität und Quantität der Fällung, nicht durch die Verteilung. Der Unterschied ist sehr auffallend. Das Maximum fällt im ganzen mit dem des Zuckers zusammen.

Deutzia crenata. 30. X. 1911.

8 Blätter.

1 längs der Nerven vergilbt, dazwischen grünlich gelblich.
2 u. *3* längs der Nerven schwach grünlich, Basis gelblich, die übrige Spreite mehr grün.
4 längs des Hauptnerven grün, sonst grünlich, Basis Rand und einzelne Flecken zwischen den Nerven gelblich.
5 kräftiger grün, als *4*.
6 u. *7* Anflug des Vergilbens, gelbliche Flecke zwischen den Nerven.
8 fast dunkelgrün.

Anatomisches: 7 Schichten, 1. mittelgroß, 2. große Palisaden, 4 mal so lang als breit, über $^1/_2$ des Mesophylls, 3.—6. ziemlich große Schwammparenchymzellen mit kleinen Interzellularen, 7. kleine Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben tief eingesenkt, unten hervorgewölbt. Über dem Hauptbündel wenige schwach kollenchymatisch verdickte Zellen, Parenchym unter demselben großzellig, schwach kollenchymatisch verdickt, schmaler, fast vollständiger Faserring um das Bündel.

Stärke: *1* u. *2* frei.
3 Spuren von Stärke im oberen Schwammparenchym in der Nähe aller Bündel.
4 u. *5* etwas weniger als *3*.
6 sehr gleichmäßig verteilt, 2. Schicht schwach hellblau, 3.—6. hellblau.
7 etwas mehr als *6*. Mesophyll an kleineren Bündeln blau, ebenso im Parenchym des Gefäßteils.
8 fast soviel wie *7*.

Zucker: *1* sehr viel im Mesophyll, im Hauptnerv und -bündel weniger, intensiv ziegelrot.
2 wie *1*, dabei in 1. sehr viel und in 2. mehr als in 3.—6.
3 schwache Abnahme, ziegelrot.
4—5 fast ziegelrot.
6—8 geringe Abnahme gegen *5*.

Gerbstoff: Normales Blatt *8*, 1. rotbraun homogen oder rotbraun körnig, über größeren Bündeln gelbbraun, 2. rotbraun homogen, manche Zellen frei, 3. fast stets frei, 4.—6. rotbraun, einzelne Zellen dunkler, andere ganz frei, 7. braun, körnig. Parenchymscheide meist frei, sonst braun. Nervenparenchym, besonders untere Schichten braun bis dunkelbraun, ebenso der Siebteil. Gefäßteil frei.

Maximum in *2*: Zunahme nicht sehr beträchtlich, 1. in brauner Grundmasse, dunkelbraune Tropfen, 2. rotbraun, homogen, oder braun, körnig, oder frei, 3. frei, oder braun, homogen, oder dunkelbraun körnig, 4.—6. dunkler wie bei Blatt *8*. 7. Schicht hellbraun bis dunkelbraun, Nervenparenchym schwarzbraun, oder dunkelbraun, Siebteil ebenso. Blatt *7—2* allmähliche Zunahme, besonders in der 3. Schicht. Blatt *1* im allgemeinen sehr starke Abnahme der Färbungsintensität aller Schichten, aber fast alle Zellen gerbstoffhaltig, meist körnig, auch im Gefäßparenchym schwarzbraune Zellen.

Zusammenfassung:

Stärke findet sich im normalen Blatt ziemlich viel, schwache Ansammlung an kleineren Bündeln, in der 2. Schicht weniger, als in den unteren, sie verschwindet in der 2. Schicht zuerst, dann auch in den übrigen, bleibt noch eine Weile im oberen Schwammparenchym und verschwindet hier zuletzt an kleineren Bündeln.

Zucker ist im normalen Blatt bereits ziemlich viel enthalten, nimmt dann noch etwas zu, um im letzten Blatt eine schwache Abnahme zu zeigen.

Gerbstoff fehlt im normalen Blatt fast nur in der 3. Schicht. Er tritt hier erst später in größeren Mengen auf, während

auch die übrigen Schichten eine Zunahme der Intensität erkennen lassen. Im ältesten Blatt ist im allgemeinen eine Abnahme festzustellen, jedoch enthalten fast alle Zellen Gerbstoff. Sein Maximum fällt mit dem des Zuckers zusammen.

Bei diesem Objekt fehlen die ersten Stadien des Absterbens.

Ribes rubrum.

5 Blätter vom 26. IX. 1911. 1 Blatt (1b) vom 18. X. 1911.

1 gelb, mit schwach rötlichem Anflug, Hauptnerv an der Basis des Blattes grünlich.

*1*b intensiv gerötet mit gelblichem Unterton.

2 Hauptnerven und deren Nähe grünlich, sonst gelb mit schwach rötlichem Anflug.

3 fahlgrün mit beginnender Vergilbung zwischen den Nerven und am Rand.

4 u. *5* frisch grün.

Farbstoff in der 1. Schicht.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. mittelgroß, 2. Palisaden, 4 mal so lang wie breit, $^1/_3$ des Mesophylls, 3.—7. lockeres Schwammparenchym, 8. kleiner als 1. Parenchymscheide vorhanden. Nervenparenchym großzellig, untere 2 Schichten kollenchymatisch verdickt. Um das Bündel ein Ring schwach verdickter Fasern.

Stärke: *1* und *1*b frei.

2 Reste in der Stärkescheide des Hauptbündels.

3 Spuren in den Palisaden, Schwammparenchym meist hellblau, Parenchym über dem Bündel blau, ebenso dessen Stärkescheide, wenig im Parenchym des Hauptbündels.

4 öfters Gruppen von Palisaden hellblau, 4.—7. blau, 3. dunkelblau, Stärkescheide und Bündel wie Blatt 3.

5 weniger als *4*, Palisaden meist frei, 3.—7. meist hellblau, Bündel wie *4*.

Zucker: *1* viel, gleichmäßig in allen Geweben verteilt, ziegelrot.

*1*b noch mehr als *1*, intensiv ziegelrot.

2 wie *1.*
3 noch weniger, fast ziegelrot.
4 u. *5* wie *3.*

Gerbstoff: Normales Blatt *5*, 1. braun, über dem Hauptnerv gelbbraun, 2. die meisten Zellen dunkelbraun, homogen, die übrigen vollkommen frei, 3. meist dunkelbraun, ein großer Teil der Zellen frei, 4. u. 5. meist dunkelbraun, 6. seltener dunkelbraun, 7. meist frei, 8. braun, heller als 1, am Hauptnerv aber schwarzbraun. Parenchymscheide dunkelbraun, ebenso Stärkescheide und Bündelparenchym. Alle Schichten homogen, keine erhebliche Veränderung der Färbungsintensität von Blatt *5—1.*

Das Maximum im stark geröteten Blatt *1*b, das sich ähnlich wie Blatt *5* verhält.

Zusammenfassung:

Stärkespeicherung tritt sehr früh auf, bereits das jüngste Blatt enthält im Schwammparenchym überall Stärke. Es tritt kurz vor dem Anflug des Vergilbens noch eine Zunahme in allen Schichten des Mesophylls auf. Darauf folgt eine in den Palisaden beginnende, im geröteten Blatt vollendete Auswanderung. Aus der Stärkescheide verschwindet sie zuletzt.

Zucker befindet sich in allen Blättern viel, gleichmäßig in den Geweben verteilt. Vom grünen bis zum geröteten Blatt eine erhebliche Zunahme, dann eine geringe Abnahme.

Gerbstoff kommt bereits im grünen Blatt in großen Mengen vor und zeigt im Verlauf des Absterbens keine großen Unterschiede. Gewisse Zellen sind stets frei von Gerbstoff.

Ruta graveolens. 4. X. 1911.

4 Blätter.

1 gelblich grünlich.
2 etwas dunkler grün.
3 Anfang des Vergilbens.
4 grün.

Anatomisches: 9 Schichten, 1. mittelgroß, 2. lockere Pali-

saden, $^1/_4$ des Mesophylls, 3. kürzere, lockere Palisaden, 4.—7. sehr lockeres Schwammparenchym, 8. lockere Palisaden, so lang wie 3, 9. kleiner als 1. Parenchymscheide vorhanden Hauptnerv fast vollkommen in der Spreite liegend, nur wenige, ziemlich kleine Nervenparenchymzellen unter dem Hauptbündel.

Stärke: *1* Parenchymscheide kleinerer Bündel und angrenzendes Schwammparenchym hellblau.

2 etwas ausgedehnter im Schwammparenchym, hellblau, außerdem in den Epithelzellen der Öldrüsen blau.

*3*a (Spitze) an denselben Stellen liegend wie *2*, aber dunkelblau,

*3*b (Mitte) am Rand sind Palisaden und Epithelzellen schwarzblau, Schwammparenchym dunkelblau, nach der Mitte zu Abnahme, zuerst in der 2. Schicht und dem Schwammparenchym, dann auch in der 3. Schicht. Am Hauptbündel 2. Schicht und Schwammparenchym schwach hellblau, 3. hellblau. Parenchym der am Rand liegenden Nerven und Bündel blau, des Hauptnerven hellblau.

*3*c (Basis) 2. schwach hellblau oder frei, die übrigen Schichten schwarzblau, am Hauptbündel dunkelblau. Parenchymscheide schwarzblau.

*4*a (Spitze) am äußersten Rand Palisaden blau, sonst frei, Schwammparenchym hellblau, Epithelzellen dunkelblau, Parenchymscheide hellblau, die unterste 8. Schicht häufig blau.

*4*b (Mitte) weitere Abnahme.

Zucker: *1* viel, am meisten in den Epithelzellen, mittleren Mesophyll und Parenchymscheide, ziegelrot.

2 2. Schicht sehr wenig, 3. mehr, Schwammparenchym sehr viel, sonst wie *1*, Hauptbündel wenig, ziegelrot.

*3*a überall sehr viel, intensiv ziegelrot.

*3*b ganz bedeutend weniger, am meisten im mittleren Mesophyll, Hauptbündel fast frei, schwach ziegelrot.

*3*c noch weniger, am meisten noch in der 1. Schicht, keine Färbung.

*4*a etwas mehr als *3*c.
*4*b weniger als *3*c.

Gerbstoff: Normales Blatt *4*a, 1. hellbraun, teilweise auch frei, 2. schwach gelblich. Die übrigen Schichten und Nerven frei.

Maximum in Blatt *3*a, 1. tiefbraun, stellenweise heller, 2. schwach gelblich, wie auch in noch geringerem Maße das übrige Mesophyll, 9. schwach hellbraun. Blatt *3*b u. *3*c stehen zwischen *3*a und *4*a. Blatt *2* u. *1* nehmen wieder etwas ab. In Blatt *1* in der 1. Schicht sehr ungleiche Mengen, von frei bis braun in allen Abstufungen, untere Epidermis hellgelbbraun. Parenchymscheide und Bündelparenchym aller Blätter enthalten Fettropfen, Blatt *2* am meisten, auch im Schwammparenchym.

Zusammenfassung:

Das normale Blatt enthält bereits Stärke, die Speicherung beginnt in den unteren Schichten und am Rand, dringt dann in die Mitte der Spreite vor, erscheint zuletzt in der 2. Schicht, von wo sie auch zuerst verschwindet. Das Maximum erscheint in *3*b bereits überschritten, denn das untere Mesophyll zeigt bereits eine Abnahme, zuletzt verschwindet die Stärke aus der Nachbarschaft der Bündel. Parenchymscheide stets Stärke führend.

Zucker befindet sich im normalen Blatt hauptsächlich in der 1. Schicht. Das Maximum tritt plötzlich nach dem der Stärke auf und zwar vorwiegend in den mittleren Schichten und der Parenchymscheide, wo auch zuletzt noch ziemlich viel vorhanden, während die Palisaden eine starke Abnahme zeigen.

Gerbstoff kommt in größeren Mengen nur in beiden Epidermen vor, das Maximum zusammen mit dem des Zuckers.

Aesculus hippocastanum. 26. X. 1911.

8 Blätter.

1 vollkommen vergilbt, fleckenweise abgestorben.
2 vergilbt, am Hauptnerv schwach grünlich.

3 zwischen den Nebennerven vergilbt, an diesen und am Hauptnerv grünlich.
4 überall schwach grünlicher Anflug, an größeren Nerven dunkler.
5 stärker grün.
6 an größeren Nerven grün, dazwischen schwach gelblich.
7 Anflug des Vergilbens zwischen den Nerven.
8 grün.

Anatomisches: 7 Schichten, 1. mittelgroß, mit fast stets verquollener Innenmembran, 2. schmale, lange Palisaden, fast 1/2 des Mesophylls, 3. kurze, lockere Palisaden, 4.—6. ziemlich lockeres Schwammparenchym, 7. kleiner als 1. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben kuppenförmig hervortretend, unten sehr stark hervorgewölbt, Parenchym über dem Hauptnerven kollenchymatisch verdickt, das untere großzellig, verdickt, fast vollständiger Sklerenchymring.

Stärke: *1—3* frei.
4 2. Schicht hellblau, 3. stellenweise blau, sonst frei.
5 2. u. 3. stets blau, oberes Schwammparenchym teilweise hellblau, sonst frei.
6 2. blau, 3. dunkelblau, 4.—6. blau, Gefäßparenchym blau, Siebteil fast frei, hypodermale Schicht des Hauptnerven blau.
7 wie *6*.
8 mehr als *6*, alle Schichten blau bis schwarzblau. Bei Blatt *5—8* Parenchymscheide kleinerer Bündel dunkler blau, als das Mesophyll.

Zucker: *1* sehr viel in allen Schichten, wenig nur im Nervenparenchym des Bündels, oberhalb desselben sehr viel, im Hauptnerv weniger, als in Nebennerven 1. Ordnung, ziegelrot.
2 noch mehr als *1*, auch sehr viel im Hauptbündel, intensiv ziegelrot.
3 in und am Hauptnerv bedeutend weniger, weiter ab von demselben wie *1*.
4 wie 1, sehr viel im Hauptbündel.

5 in größeren Bündeln sehr viel, in der Spreite wenig, keine Färbung.

6—8 noch weniger als *5*.

Gerbstoff: Normales Blatt *8*, 1. dunkelbraun, 2. braun, 3.—6. etwas heller, mit braunen körnigen Ausfällungen, einzelne Zellen auch braun, 7. braun, körnig, ebenso auch Parenchymscheide. Nach dem Hauptbündel zu starke Abnahme im Mesophyll, hypodermale Schicht des Hauptnerven hellbraun, einzelne Zellen der Stärkescheide braun. Bündelparenchym braun.

Maximum in Blatt *3*, Beträchtliche Zunahme, 1. dunkelbraun, homogen, 2. voll schwarzbrauner körniger Massen, 3.—6. braune oder dunkelbraune körnige Massen, 7. dunkelbraune, körnige Ausfällungen in homogener brauner Grundmasse, Hauptnerv wie 8. Blatt *4* nur geringe Abnahme, hauptsächlich in der 2. Schicht. Blatt *5* stärkere Abnahme im Schwammparenchym, sonst wie 4. Blatt *7* u. *6* allmählicher Übergang zum normalen Blatt. Blatt *2—1*a zeigen starke Abnahme, *2* besonders im Schwammparenchym, sonst wie *3*. *1*b (gelbe Stelle): Abnahme in allen Schichten. *1*a (abgestorbene Stelle): alle Schichten sehr stark entleert, gleichmäßig hellbraun, ebenso die Parenchymscheide und der Hauptnerv.

Zusammenfassung:

Stärke findet sich in großen Mengen schon im grünen Blatt in allen Schichten, nimmt mit beginnender Vergilbung in allen Teilen der Spreite zugleich ab und zwar zunächst in den unteren Schichten. In der Parenchymscheide findet sich stets mehr, als im benachbarten Mesophyll. Sie verschwindet zuletzt aus der 2. Schicht und ist in vergilbten Blättern nicht mehr vorhanden.

Zucker findet sich im grünen Blatt nur sehr wenig, nur der Hauptnerv enthält stets viel. Er tritt in der Spreite in größeren Mengen auf, wenn die Stärke zum großen Teil verschwunden ist und erreicht das Maximum erst ziemlich spät. Im ältesten Blatt hat eine geringe Auswanderung stattgefunden.

Gerbstoff ist im normalen Blatt auch ziemlich viel vorhanden, er nimmt aber in allen Schichten besonders in der 2., stark zu, um in den älteren Blättern wieder sehr stark abzunehmen. Sein Maximum liegt vor dem des Zuckers.

Calycanthus praecox.

10 Blätter:

1—5 vom 17. X. 11., 6—10 vom 28. IX. 11.

1 braungelb, abfallend.
2 gelblich, schwach grünlicher Unterton.
3 längs größerer Nerven hellgrün, sonst gelblich.
4 längs größerer Nerven dunkelgrün, sonst mit gelblichem Anflug.
5 grün.
6 Anflug des Vergilbens.
7 u. *8* fast frisch grün.
9 u. *10* grün.

Anatomisches: 10 Schichten. 1. mittelgroß, 2. kurze, dicke Palisaden, 2—3 mal so lang als breit, 3. ebenso aber lockerer, zweimal so lang als breit, 2. u. 3. zusammen fast $^1/_2$ des Mesophylls, 4.—9. in oberen Schichten sehr dichtes, nach unten lockereres Schwammparenchym, 10. ziemlich klein. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben und unten stark hervortretend, über und unter dem Bündel gut entwickeltes Kollenchym. Nervenparenchym großzellig. Hauptbündel oben mit stark verdickten, unten mit schwach verdickten Fasern. Siebteil sehr schmal.

Stärke (Blatt *6* u. *7* an Mitte (a), Rand (b) und Spitze (c) geschnitten):

1 frei.
2 und *3* nur im Gefäßparenchym blau.
4 an kleinen Bündeln häufig geringe Ansammlung im Schwammparenchym, am Hauptbündel hellblau, sonst wie *2*.
5 etwas mehr wie *4*.

6a 2. blau, 3. blau bis dunkelblau, 4.—9. hellblau, Ansammlung am Hauptnerv. Stärkescheide etwas Stärke führend. Gefäßparenchym blau.

6b wie *6a*, aber stärkere Ansammlung an größeren Bündeln.

6c wie *6a*.

7a 2. u. 3. blau, 4. dunkelblau, 5.—9. hellblau bis blau, am Hauptnerv 2.—9. schwarzblau, Stärkescheide und Bündelparenchym blau.

7b noch mehr als *7a*, 2. blau, 3. u. 4. dunkelblau, 5.—9. blau, an größeren Bündeln 2.—9. schwarzblau, Bündel wie *7a*.

7c bedeutend weniger, 2. u. 3. frei, 4.—9. blau, am Rand 2.—9. frei.

8 u. *9* noch weniger als *6a*.

Zucker: *1* in der Spreite ziemlich viel, die unteren Schichten mehr als die oberen. Epidermis fast frei. Im Parenchym des Hauptnerven und -bündels weniger, fast ziegelrot.

2 im Mesophyll bedeutend mehr, sonst wie *1*, intensiv ziegelrot.

3 fast wie *2*.

4 weniger als *2*, im Nervenparenchym sehr viel.

5—10 frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *10*, 1. braun, am Hauptnerv rotbraun, 2. schwach hellbraun, 10. hellbraune oder dunkelbraune Zellen, am Hauptnerv rotbraun. Das übrige Mesophyll frei. Parenchymscheide frei. Die beiden hypodermalen Schichten über dem Hauptbündel braun, die 1. unter demselben braungelb. Gefäßparenchym hellbraun, einzelne Zellen des Siebteils dunkelbraun.

Maximum in Blatt *2*, 1. braun, stellenweise etwas dunkler, 2. braun, teilweise mit dunkelbraunen Klumpen, 9. teilweise gelbbraun, 10. mit braunen Ausfällungen, Hauptnerv und Bündel wie 10. Das übrige frei von Gerbstoff. Blatt *1*: 1. stellenweise frei oder braun, 2. u. 3. fast stets frei, 4.—9. viele Zellen hellbraun, 10. wie in Blatt *2*, kein Gerbstoff im Siebteil.

Zusammenfassung:

Stärke ist bereits im grünen Blatt in größeren Mengen vorhanden, sie nimmt aber bis zum ersten Anflug des Vergilbens bedeutend zu, am meisten findet sich stets in der 3. Schicht. Die Auswanderung geschieht zuerst in der 2. und den unteren Schichten. Am Hauptnerv stets bedeutende Ansammlung. Sie verschwindet zuletzt aus dem an Bündeln grenzenden Schwammparenchym. In hellgrünen Blättern ist keine Stärke mehr vorhanden.

Zucker ist in grünen Blättern nicht vorhanden, tritt erst in vergilbenden in größeren Mengen auf. Sein Maximum liegt kurz vor dem vollständigen Vergilben, das älteste Blatt zeigt eine bedeutende Abnahme gegen Blatt *2.*

Gerbstoff ist im normalen Blatt nur wenig vorhanden, er erfährt in der 1., 2., 9. u. 10. Schicht eine ziemlich beträchtliche Zunahme. Das Maximum zugleich mit dem des Zuckers. Im ältesten Blatt eine beträchtliche Abnahme in denselben Schichten, während das sonst freie, übrige Mesophyll hier geringe Mengen von Gerbstoff enthält.

Populus monilifera. 5. X. 11.

8 Blätter:

1—5, 6—8 je von einem Trieb.

1 Spitze gelb, die übrige Spreite mit schwach grünlichem Anflug.
2 gelb mit stärker grünlichem Anflug.
3 gelblich grünlich.
4 grün mit gelblichem Anflug.
5 dunkler grün, beginnende Vergilbung zwischen den Nerven.
6 wie *5.*
7 fast dunkelgrün.
8 dunkelgrün.

Anatomisches: 10 Schichten, 1. mittelgroß, 2. u. 3. ziemlich schmale Palisaden, zusammen über $^1/_3$ des Mesophylls. 4. u. 5. kleine rundliche Schwammparenchymzellen, 6. u. 7.

kurze, dicke Palisaden, 10. wie 1. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben schwach, unten stärker hervortretend. Nervenparenchym schwach kollenchymatisch verdickt. Ziemlich vollständiger Faserring,

Stärke: *1* frei.
2 an einigen kleineren Bündeln schwach hellblau.
3 sehr unregelmäßig verteilt, obere Schichten teilweise frei, blau oder dunkelblau. Untere Schichten stets frei. Häufig Ansammlung an kleineren Bündeln, Nervenparenchym frei, Bündelparenchym sehr wenig.
4 Spreite fast in allen Geweben schwarzblau, nur die größeren Bündel enthalten sehr wenig.
5 nicht ganz soviel wie *4*. 2. u. 9. Schicht blau, die übrigen dunkelblau. Bündelparenchym blau, mehr als *4*.
6—10 nur wenig feinkörnige Stärke in allen Schichten.

Zucker: *1* in allen Geweben viel, in den unteren mehr als in den oberen, ziegelrot.
2 wie *1*.
3 bedeutend mehr, intensiv ziegelrot.
4 3. u. 4. fast frei, die unteren ziemlich viel.
5 in 3. u. 4. wenig, in den übrigen sehr viel, fast ziegelrot.
6—8 Spreite fast frei, nur etwas mehr im Nerven- und Bündelparenchym.

Gerbstoff: Normales Blatt *8*, 1. gelbbraun, 2. hellgelbbraun oder gelbbraun, 3.—7. frei, 8.—9. hellgelbbraun, 10. gelbbraun. Im Nervenparenchym einzelne, im Bündelparenchym viele Zellen hell- oder dunkelbraun.

Maximum in Blatt *2* zeigt beträchtliche Zunahme. 1. braun, 2. gelbbraun oder rotbraun, 3. einzelne Zellen hellbraun, 4. u. 6. hellbraun. 9 (u. 9a) gelbbraun, 10. braun, die 5., 7. und 8. Schicht meist frei. Nervenparenchym braun, Bündelparenchym schwarzbraun. Blatt *3* Abnahme, besonders in der 2. Schicht. Blatt *4* weitere Abnahme in allen Schichten, mit Ausnahme der 9. *5* etwas mehr als *4*. *6* fast normal.

1 zeigt beträchtliche Abnahme gegen *2* in allen Schichten. In der 1., 2., 9. u. 10. homogen, sonst tropfig oder körnig.

Zusammenfassung:

Stärke ist im normalen Blatt nur wenig vorhanden. Die Speicherung tritt mit beginnender Vergilbung sehr plötzlich und in allen Teilen zugleich auf, die Abnahme erfolgt verhältnismäßig langsam und zwar zuerst im Schwammparenchym, zuletzt in den an Bündeln liegenden Zellen der oberen Schichten. Zucker, im normalen Blatt nur wenig vorhanden, findet sich aber bald nach dem Stärkemaximum in großen Mengen, besonders in unteren Schichten vor. Die stark vergilbten Blätter zeigen eine starke Abnahme gegen das Maximum im gelblich grünlichen Blatt. Gerbstoff findet sich im normalen Blatt nur in den obersten und untersten Schichten, nimmt aber stark zu, sodaß beim Maximum, das nach dem des Zuckers liegt, fast in allen Schichten beträchtliche Gerbstoffmengen vorkommen. Im ältesten Blatt ist in allen Schichten eine beträchtliche Abnahme eingetreten.

Salix caprea. 26. IX. 11.

7 Blätter von 1 Trieb:

1 vergilbt, am Hauptnerv noch grünlich.
2 u. *3* fahlgrün, mit gelblichem Unterton.
4 etwas dunkler grün.
5 an den Nerven dunkelgrün, dazwischen schwach gelblich.
6 u. *7* grün.

Anatomisches: 7—8 Schichten. 1. mittelgroß, teilweise zweischichtig, mit zum Teil verquollenen Mittel- und Innenmembranen, 2. Hypodermis, nach dem Rande zu meist fehlend, 3.—4. (5.) dichte Palisaden, fast $^3/_4$ des Mesophylls, 5.—6. (7.—8.) kleine, rundliche, dichte Schwammparenchymzellen, 7. (8.) klein, häufig verquollene Außenmembran. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben wenig, unten stark hervorgewölbt. Parenchym über dem Bündel kollenchymatisch verdickt, unter demselben nur die untersten, sehr kleinen Zellen.

Nervenparenchym sehr großzellig, unter dem Bündel schwacher, über demselben starker Faserring.

Stärke: *1* Spreite frei, an einzelnen größeren Bündeln blau in der 2. Schicht, in der Nähe des Hauptbündels auch 3. schwach hellblau. Sehr wenig im Nerven- und Bündelparenchym.

2 2. blau, am Hauptbündel auch 3. hellblau, die untersten Blattschichten nur wenige Körner. Hauptnerv wie *1.*, im Bündel bedeutend mehr.

3 2. dunkelblau, 3. blau, die unteren Schichten allmählich weniger, am Hauptnerv das ganze Mesophyll hellblau. Ansammlung an kleineren Bündeln, Stärkescheide wenig, schwach hellblau. Nervenparenchym sonst frei. Bündelparenchym dunkelblau.

4 fast soviel wie *3.*

5 Spreite wie *3*, am Hauptbündel nur noch sehr wenig.

6 2. gleichmäßig hellblau, 3. schwach hellblau, sonst wie *5*, schwache Ansammlung an kleineren Bündeln.

7 noch weniger als *6.*

Zucker: *1* Spreite sehr wenig, im Hauptnerv etwas mehr.

2 bedeutend mehr in der Spreite, viel in 1., viel im Hauptnerv, besonders über dem Bündel, schwach ziegelrot.

3 Spreite bedeutend weniger, dagegen im Bündel und Nerven noch mehr als in Blatt *2*, ganz schwach ziegelrot.

4 überall bedeutend weniger, am meisten noch im Hauptnerv, keine Färbung.

5 wie *4.*

6 u. *7* wie *4*, etwas mehr im Parenchym über dem Hauptbündel.

Gerbstoff: Normales Blatt *7* enthält sehr viel Gerbstoff, unregelmäßig verteilt, bräunlichgelb, die obereSchicht homogen, die untere körnig, 2. dunkelbraun, groß- oder kleintropfig, 3. braun, körnig, seltner dunkelbraun, oder auch ohne Gerbstoff, 4. (5.) sehr wechselnd von frei bis dunkelbraun, körnig, 5. u. 6. (6. u. 7.) meist mit braunen Tropfen, besonders an Bündeln,

am wenigsten stets in der 4. Schicht. Untere Epidermis fast frei, nur einzelne Tropfen. Parenchymscheide braun, körnig. Parenchym über dem Hauptbündel meist schwach hellbraun, viele, besonders die hypodermalen, schwarzbraun, die untersten Parenchymschichten dunkelbraun, ebenso einzelne im Innern liegende Zellen. Bündelparenchym schwarzbraun.

Maximum in Blatt *1*, Zunahme verhältnismäßig nicht sehr stark, 1. gelbbraun, homogen, 2. fehlt, 3. dunkelbraune kleine Tropfen, 4. braun, tropfig oder körnig, einzelne Zellen farblos, die folgenden Schichten dunkelbraun, tropfig, sonst wie *7*. *2—6* zeigen eine allmähliche Abnahme, zuerst im Schwammparenchym, dann auch in 3.

Zusammenfassung:

Stärke befindet sich bereits im grünen Blatt in geringen Mengen in den oberen Schichten, vor allem in der Nähe von Bündeln, sie nimmt allmählich zu, indem sie auch in unteren Schichten auftritt, am Hauptnerv tritt sie zuletzt auf, und verschwindet dort auch zuletzt. Im vergilbten Blatt findet sie sich nur noch in der Nähe größerer Bündel.

Zucker ist im grünen Blatt nur in geringen Mengen vorhanden, am meisten stets im Parenchym über dem Hauptnerven. Das Maximum liegt nach dem der Stärke im stark vergilbten Blatt, im vollkommen vergilbten eine beträchtliche Abnahme.

Gerbstoff enthält das grüne Blatt sehr viel. Im Wesentlichen treten keine Unterschiede in der Lage der Ausfällungen auf, nur wird die Intensität der Färbung dunkler. Maximum nach dem des Zuckers im ältesten Blatt.

Budleya variabilis. 21. IX. 1911.

6 Blätter von 1 Trieb:

1 gelb, Rand vertrocknet. Nerven alle hellgrün.
2 vorwiegend hellgrün, mit gelben Flecken zwischen den Nerven.
3 dunkler grün, Nerven dunkelgrün, Anfang des Vergilbens.
4 grün, mit kleinen gelblichen Pünktchen.

5 grün.
6 dunkelgrün.

Anatomisches: 7 Schichten, 1. mittelgroß, 2. gut ausgebildete Palisaden, über $^1/_2$ des Mesophylls, sechsmal so lang als breit, bei manchen Blättern ist diese Schicht verdoppelt, 3.—6. kleine Schwammparenchymzellen mit kleinen Interzellularen, 7. klein. Hauptnerv oben tief eingesenkt, unten stark hervortretend, über und unter dem Bündel sehr großzelliges Nervenparenchym mit sehr kleinen Interzellularen. Bündel nierenförmig. Parenchymscheide vorhanden.

Stärke: *1* Palisaden gleichmäßig blau, Schwammparenchym fast stets frei, nur an einigen kleineren Bündeln blau, Hauptbündel frei, Stärkescheide blau.
2 (2 Palisadenschichten) 2. blau, 3. dunkelblau, Schwammparenchym blau, Stärkescheide dunkelblau, einzelne Körner im Parenchym des Hauptbündels.
3 2. schwach hellblau, 3. blau, Schwammparenchym teilweise schwach hellblau, sonst frei, Stärkescheide dunkelblau. Hauptbündel wie *2*.
4 wie *3*.
5 u. *6* 3 schwach hellblau, Hauptnerv wie *3*, sonst frei.

Zucker: *1* Spreite fast frei, nur fleckenweise im Schwammparenchym geringe Spuren, sehr wenig in den untersten Parenchymschichten des Hauptnerven, schwach ziegelrote Flecke.
2 im Bündel mehr, auch überall in der Spreite geringere Mengen, schwach ziegelrot.
3 weniger als 2, keine deutliche Färbung.
4 im Hauptbündel wenig, in der Spreite fast frei.
5 u. *6* im Hauptnerv ziemlich viel, in der Spreite nur wenige Körner. Hauptnerv schwach ziegelrot.

Gerbstoff: Normales Blatt *5*, 1. braun, über dem Hauptnerv gelbbraun, 2. hellbraun, 7. mit braunen Kugeln, das übrige Mesophyll olivgrün, überall etwas klumpige, kleine

Ballen, ebenso die Parenchymscheide. Hypodermale Schicht des Hauptnerven hellbraun, Bündelparenchym braun.

Maximum in Blatt *1*, 1. rötlich oder gelblich dunkelbraun, homogen, am Hauptbündel gelb, 2. lederbraun, mit klumpigen Massen, 3.–7. etwas dunkler als 2., Parenchymscheide noch etwas tiefer gefärbt. Fettropfen in allen Schichten, in 2. am größten, 7. am kleinsten und wenigsten. Die hypodermalen Schichten des Hauptnerven hellbraun mit großen Tropfen, ebenso die Stärkescheide. Bündelparenchym braun mit vielen Tropfen. In jüngeren Blättern eine Abnahme der Färbungsintensität, am auffälligsten in der Parenchymscheide, klumpige Massen und Fettropfen treten seltener auf. *2* heller, im Schwammparenchym noch fast grüne Komplexe, besonders gegen den Hauptnerven zu. *3* ähnlich. *4* nähert sich schon mehr dem normalen Blatt *5*, hat aber auch schon erheblich vermehrten Gerbstoffgehalt.

Zusammenfassung:

Die Stärkespeicherung tritt zuerst in noch grünen Blättern in der 3. Schicht auf, verbreitet sich von hier in die obere, 2., und die unteren Schichten, erreicht das Maximum verhältnismäßig spät in schon stark vergilbenden Blättern; zuletzt erfolgt eine fast vollständige Abnahme, nur bleibt in der 2. Schicht und in der Nähe der Bündel noch Stärke im vollkommen vergilbten Blatt.

Zucker findet sich im grünen Blatt nur sehr wenig, er nimmt langsam zu und erreicht das Maximum mit dem der Stärke gleichzeitig. Es findet sich auch jetzt nicht viel Zucker im Blatt vor. Im ältesten Blatt ist eine erhebliche Abnahme eingetreten. Der Hauptnerv enthält stets mehr als die Spreite.

Gerbstoff zeigt sofort mit beginnendem Absterben eine beträchtliche Steigerung der Menge, die im grünen Blatt nicht bedeutend ist. Ebenso treten mit fortschreitendem Vergilben größere Mengen Fett auf. Das Maximum liegt nach dem des Zuckers im ältesten Blatt. Das Absterben erfolgt

hier nach dem Stärkemaximum offenbar sehr rasch, die Auswanderung ist daher sehr unvollständig.

Evonymus latifolius. 28. IX. 1911.

4 Blätter:

1 vergilbt.
2 grünlichgelblich.
3 fahlgrün.
4 dunkelgrün.

Alle 4 mit rotem Blattnerv.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. mittelgroß, 2. dichte Palisaden, achtmal solang als breit, $^1/_4$—$^1/_3$ des Mesophylls, 3.—6. großzellige lockere Schwammparenchymzellen, 7. kleine, eng an der Epidermis anliegende Zellen, 8. kleiner als 1. Parenchymscheide vorhanden, mittelgroße Bündel mit starker unterer Fasergruppe. Hauptnerv oben hervortretend, unten stark hervorgewölbt. Nervenparenchym zum großen Teil kollenchymatisch verdickt. Hauptbündel nur mit seitlichem Faserbelag. Siebteil sehr schmal.

Stärke: *1* Mesophyll am Hauptnerv schwach hellblau, Nerv und Bündel frei.

*2*a (Mitte) Hauptbündel und dessen Nähe frei, nach dem Rand zu 3.—7. hellblau, noch weiter blau, 2. stets frei, Parenchymscheide blau.

*2*b (Rand) am Rand 2. dunkelblau, 3.—7. blau, ebenso Parenchymscheide, nach der Mitte zu in 2. abnehmend, zuletzt frei, in 3.—7. stets blau. Nerv und Bündel frei.

*3*a (Mitte) 2. schwach hellblau, 3.—6. blau, 7. dunkelblau. Stärkescheide des Hauptbündels wenig Stärke enthaltend. Gefäßparenchym blau.

*3*b (Rand) Verteilung wie 2b, aber mehr.

4 3.—7. schwach hellblau, alles andere frei.

Zucker: a = in der Mitte geschnitten,
b = am Rand geschnitten.

*1*a Spreite fast frei, wenig in der Nähe größerer Bündel, im Nervenparenchym ziemlich viel, hier ziegelrot.

*1*b frei.

*2*a wie *1*a.

*2*b in der Spreite einzelne Körner, im Bündel etwas mehr.

*3*a in der Spreite etwas mehr als *1*a, im Hauptnerv ziemlich viel.

*3*b fast frei.

*4*a u. *4*b Spreite und Hauptnerv wie *3*a.

Am stärksten zuckerhaltig ist die Stärkescheide des Hauptbündels.

Gerbstoff: Normales Blatt *4*, 1. rotbraun, 2. ein Teil der Palisaden dunkelbraun oder schwarzbraun, über den Bündeln stets gelbbraun. Zellen der oberen Schwammparenchymschichten häufig schwarzbraun oder dunkelbraun, die mittlere stets frei, die untersten häufig mit dunkelbraunen Massen, 8. meist frei, am Hauptnerv hellgelbbraun. Parenchymscheide immer frei. Oberes Kollenchym gelb- oder rotbraun, unteres Nervenparenchym frei. Einzelne Parenchymzellen im Siebteil schwarzbraun. Maximum in *1*, Verteilung wie in *4*, Farbtöne in allen Schichten dunkler, die mittleren Schichten frei.

Zusammenfassung:

Stärke ist im normalen Blatt nur im ganzen Schwammparenchym verteilt in geringen Mengen vorhanden. Die Speicherung tritt mit beginnender Vergilbung in der ganzen Spreite zugleich ein, jedoch speichern die Randpartien mehr als die mittleren. Am Rand enthält die 2. Schicht mehr als die übrigen, sie nimmt aber nach der Mitte zu bedeutend rascher ab, sodaß dort in 7. am meisten Stärke ist. Zuletzt findet sie sich nur noch in nächster Nähe des Hauptbündels.

Zucker findet sich stets nur in geringen Mengen, sein Maximum scheint mit dem der Stärke zusammenzufallen.

Am meisten findet sich in der Stärkescheide. Im ältesten Blatt ist eine ziemlich vollständige Ableitung eingetreten.

Gerbstoff ist bereits im normalen Blatt in größeren Mengen enthalten, er nimmt bis zuletzt zu, fehlt aber stets in den mittleren Schichten. Ebenso nimmt auch die Anzahl der Fettropfen zu.

Cimicifuga cordifolia. 27. IX. 1911.

8 Blätter:

1 Spitze und eine Seite des Blattes teilweise abgestorben oder hellgelb, die andere Seite vom Nerven braun.
2 rotbraun, Rand braun.
3 dunkelrotbraun, nach dem Rande heller.
4 rotbraun, mit grünlichem Unterton.
5 an größeren Nerven blaßgrün, dazwischen und am Rand rotbraun.
6 vorwiegend hellgrün, mit roten Flecken zwischen den Nerven und rotem Rand.
7 vorwiegend dunkelgrün, am Rand schmale hellgrüne Zone, Zähne rot.
8 vorwiegend dunkelgrün, am Rand heller.

Farbstoff in der 2. Schicht.

Anatomisches: 7 Schichten, 1. mittelgroß, 2. Palisaden, sechsmal so lang als breit, 3. Palisaden, viermal so lang als breit, lockerer, 4. vorwiegend rundliche Schwammparenchymzellen, 5.—6. sehr lang gestreckte, lockere Schwammparenchymzellen mit großen Interzellularen, 7. klein. Parenchymscheide vorhanden, Kollenchym oberhalb und unterhalb des Bündels schwach entwickelt, Nervenparenchym sehr großzellig, starker, vollständiger Faserring um das Bündel, Siebteil sehr schmal.

Stärke: *1* frei.
2 nur Spuren im Siebteil und Nervenparenchym.
3 etwas mehr als *2*, außerdem in der Parenchymscheide kleiner Bündel.

4 Hauptnerv wie *3*, 2. am Hauptnerv frei, sonst blau bis dunkelblau, 3.—6. schwach hellblau.
5 Parenchym des Hauptnervs und -bündels blau, 2. dunkel- bis schwarzblau, angrenzende Schichten nach unten abnehmend, 6. frei.
6 Spreite wie *5*, Abnahme nach dem Hauptbündel, alle Bündel frei.
7 am Rand wie *5*, nach der Mitte allmählich abnehmend, wie *6*, am Hauptbündel frei.
*8*a (Rand) am Rand 2. u. 3. Schicht blau, sonst wie *7*.
*8*b (Basis) am Rand alle Schichten hellblau, sonst wie *7*.

Zucker: *1* sehr viel in allen Geweben, intensiv ziegelrot.
2 weniger, ziegelrot.
3 noch weniger, fast ziegelrot.
4 weitere Abnahme, schwach ziegelrot, am meisten im Parenchym über den Bündeln, Hauptnerv ziegelrot.
5 wie *4*.
6 nur sehr wenig, keine Färbung, am meisten noch im Hauptbündel.
7 am Rand am meisten, ebenso im Hauptbündel, sonst sehr wenig.
8 wenig, am meisten im Hauptnerv, keine Färbung.

Gerbstoff: Normales Blatt *8*, 1. dunkelbraun, körnig, 2. dunkel- bis schwarzbraun, körnig, zum Teil auch erheblich heller, 3. meist frei, oder einzelne Zellen oder Zellgruppen dunkelbraun, tropfig, 4.—6. mit größeren braunen Tropfen, ein kleinerer Teil der Zellen frei, 7. dunkler braun, tropfig oder körnig. Parenchymscheide dunkelbraun. Einzelne Nervenparenchymzellen hellbraun, feinkörnig oder homogen. Bündelparenchym dunkel- bis schwarzbraun, am meisten im Siebteil.

Maximum in Blatt *3*, geringe Zunahme in allen Schichten, hauptsächlich in 3. stets hellbraun oder braun tropfig, 4. meist dunkelbraun, die übrigen etwas heller als die 4. Schicht. Allmähliche Abnahme von Blatt *2*—*8*. Blatt *1*b (Basis) ge-

ringe Abnahme, *1a* (Spitze) am Hauptnerv fast wie *2*, die abgestorbenen Zellen stark entleert.

Zusammenfassung:

Die Stärkespeicherung beginnt am Rand in den verblassenden Teilen der Spreite und schreitet gegen den Hauptnerv zu fort. 2. enthält stets am meisten, die 6. am wenigsten. Das Maximum liegt vor der allgemeinen Rötung des Blattes, die Stärke erstreckt sich aber noch in gerötete Partien hinein, nimmt aber allmählich ab und findet sich in intensiv geröteten Blättern nur noch in der Parenchymscheide und dem Nerven- und Bündelparenchym. Im ältesten Blatte keine Stärke. Im Hauptnerv tritt sie erst zur Zeit des Maximums anf.

Zucker findet sich stets im Hauptnerv. Erst nachdem das Stärkemaximum vorüber ist, tritt er in größeren Mengen auf. Das Maximum liegt im ältesten Blatt.

Gerbstoff findet sich bereits in größeren Mengen im normalen Blatt. Er nimmt allmählich bis zu Blatt 2 zu, um dann ziemlich stark wieder abzunehmen.

Rumex arifolius. 29. VI. 1911.

1 Blatt:

Spitze schwach gelblich (*1*), obere Hälfte rot (*2*), dann eine blaßgrüne Zone (*3*), Basis dunkelgrün (*4*), Nerven fast bis zur Spitze grün.

Anatomisches: Durchschnittlich 8 Schichten, Schwammparenchym wechselnd. 1. groß, 2. sehr dicke Palisaden, zwei- bis viermal so lang als breit, fast $^1/_4$ des Mesophylls, 3.—7. große, rundliche, lockere Schwammparenchymzellen, 8. sehr flach. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben wenig, unten sehr stark hervorgewölbt. Nervenparenchym sehr großzellig, unverdickt, Bündel sehr klein, unterseits mit schwachverdickten Fasern.

Stärke: *1* frei.

*2*a (dicht neben *1*) mittlere Schichten hellblau, Parenchymscheide blau, teilweise auch unteres Schwammparenchym hellblau, vereinzelte Palisaden hellblau, Nervenparenchym frei, Bündelparenchym blau.

*2*b 2. blau, mittlere Schichten schwarzblau, untere blau, Parenchymscheide schwarzblau, Nervenparenchym frei, Bündelparenchym wenig.

3 weiter ab vom Hauptbündel wie *2*b, an demselben sehr starke Abnahme, nur mittlere Schichten schwach hellblau. Parenchymscheide blau, Stärkescheide schwarzblau, Bündelparenchym blau.

4 Spreite frei, nur sehr wenig in mittleren Schichten am Hauptbündel und dessen Stärkescheide.

Zucker: *1* in der Spreite gleichmäßig viel, 1. am meisten, schwache Ansammlung im Hauptbündel, am wenigsten im unteren Nervenparenchym, ziegelrot.

2 nicht ganz so viel, fast ziegelrot.

3 wie *2*, am meisten in der nächsten Umgebung des Hauptnerven.

4 Spreite fast frei, nur wenig in der 2. Schicht, Umgebung des Hauptbündels und im Siebteil.

Gerbstoff: Normale Zone *4*, 1. gelbbraun, die übrigen Schichten gleichmäßig schwach hellbraun, Parenchymscheide dunkelbraun. Nervenparenchym schwach hellbraun, Bündelparenchym dunkelbraun.

Maximum in Zone *1* ziemlich beträchtliche Zunahme. 1. rotbraun, 2. fast immer braun, körnig, 3.—7. etwas dunkler braun, körnig, vereinzelte klumpige Massen, 8. braun. Parenchymscheide fast vollkommen schwarz. Nervenparenchym hellbraun bis dunkelbraun, Stärkescheide schwarzbraun, Bündelparenchym braun oder schwarzbraun. Schnitt *2* u. *3* zeigen eine geringe Abnahme in allen Schichten gegen das Maximum.

Zusammenfassung:

Stärke findet sich im normalen Blatt sehr wenig, tritt zuerst mit beginnender Verblassung in mittleren Schichten

auf, und erreicht sehr schnell ein Maximum, bei dem alle Schichten sehr viel Stärke enthalten, zuletzt speichern die obersten und untersten Schichten und die Umgebung des Hauptnerven. Das Maximum liegt in Zonen mit beginnender Rötung. Die Auswanderung beginnt in den obersten und untersten Schichten des Mesophylls und ist in der gelblichen Zone beendet. Parenchymscheide enthält stets sehr viel.

Zucker ist im normalen Blatt nur sehr wenig vorhanden, nimmt aber nach dem Stärkemaximum ganz bedeutend zu, und zeigt ein Maximum in der vergilbten Zone *1.*

Gerbstoff ist im normalen Blatt auch nur wenig vorhanden, in der Parenchymscheide und im Bündel etwas mehr. Er nimmt in gleicher Weise wie der Zucker zu, sein Maximum liegt ebenfalls in Zone *1.*

Solidago lithospermifolia. 30. IX. 1911.

4 Blätter:

1 dunkelviolett, an der Basis längs des Haupt- und der größeren Nebennerven grün.
2 Spitze und Rand violett, Mitte und Basis grün.
3 Randlinie violett, einzelne violette Flecke in der Mitte, sonst grün.
4 grün.

Farbstoff teilweise in der unteren, stets in der oberen Epidermis.

Anatomisches: 9 Schichten, 1. mittelgroß, 2. u. 3. Palisaden, drei- bis viermal so lang als breit, zusammen fast $^1/_3$ des Mesophylls, 4. sehr lockere Palisaden, 5. u. 6. rundliche ziemlich dichte Schwammparenchymzellen, 7. u. 8. ziemlich dichte Palisaden, $^1/_4$ des Mesophylls, 9. ziemlich groß. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben wenig eingesenkt, unten stark hervortretend. Fast das ganze Nervenparenchym kollenchymatisch verdickt, Hauptbündel oben mit kleinem, unten mit großem Faserbelag.

Stärke: *1* 2. hellblau, an den Bündeln Anhäufung, blau, bei kleineren Bündeln Parenchymscheide frei, in der Stärkescheide des Hauptbündels nur wenig.

*2*a (Spitze) etwas mehr als *1*, Stärkescheide dunkelblau, besonders die untersten Zellen. An den Bündeln stärkere Ansammlung, bis dunkelblau, 7. u. 8 blau.

*2*b (Mitte) Hauptbündel wie *1*, an demselben in oberen Schichten blau, in unteren hellblau, nach dem Rande zunehmend, zuletzt die ganze Spreite dunkelblau. An den am Rand liegenden Bündeln schwarzblau, Parenchymscheide frei.

*2*c (Basis) in der Mitte in der 2. Schicht schwarzblau, nach unten abnehmend, unteres Mesophyll blau, nach dem Rande zu abnehmend.

3 Hauptbündel wie oben, 2. frei, 3. dunkelblau, die unteren Schichten blau, Ansammlung an den Bündeln.

4 bedeutend weniger als *3*, beginnende Speicherung an den Bündeln in der 3. Schicht.

Zucker: *1* massenhaft in allen Geweben, besonders vollgestopft die beiden Epidermen und das Nervenparenchym, intensiv ziegelrot.

*2*a wie *1*.

*2*b Rand wie *1*, nach der Mitte Abnahme in der Spreite, im Hauptnerv nicht mehr so viel wie in 1, Rand intensiv ziegelrot, Hauptnerv schwach ziegelrot.

3 nur am äußersten Rand sehr viel, rasche Abnahme, Mitte und Hauptnerv fast frei.

4 fast frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *4*b (Basis), 1. dunkelbraun, über dem Hauptbündel etwas heller, 2. hellbräunlich, 8. etwas heller, 9. hellbraun. In allen Schichten Zunahme nach dem Rande zu. Das übrige Mesophyll frei. Parenchymscheide hellbraun, Parenchym des Hauptbündels schwach hellbraun. In der Spreite viel Öltropfen.

Maximum in Blatt *1*, 1. schwarzbraun, über dem Haupt-

bündel dunkelbraun, 2. dunkelrotbraun, 3. braun, 4. fast braun, 5. u. 6. hellbraun, 7. u. 8. braun, 9. dunkelbraun, die mittleren Schichten nach den verschiedenen Regionen vielfach variierend. Parenchymscheide dunkelbraun, überall homogen, nur in 4.—6. wenig körnige Massen. Nervenparenchym braun bis hellbraun, über dem Bündel gelbbraun, Stärkescheide dunkelbraun, besonders an den Seiten des Bündels, Bündelparenchym braun. Fettropfen viel kleiner, aber auch in jeder Zelle. *2*a ähnlich wie *1*, etwas weniger. *2*b in allen Schichten bedeutende Abnahme, mehr gleichmäßig gefärbtes Mesophyll, am Hauptnerv schwach grünlicher Unterton. *2*c noch weniger als *2*b, mehr nach normal hin, grüner Unterton am stärksten in 3. Im Nervenparenchym starke Abnahme. Zunahme nach dem Rand zu. *3* am Rand wie *2*c, am Hauptbündel fast ohne Gerbstoff. *4*a am Rand selber stark braun, sonst fast normal.

Zusammenfassung:

Die Stärkespeicherung beginnt in der 3. Schicht an kleineren Bündeln, erfüllt allmählich gleichmäßig die ganze Spreite, indem sie vom Rand gegen den Hauptnerv vordringt, wobei das untere Mesophyll vorauseilt, die Palisaden speichern zeitweise mehr als die unteren Schichten. Das Maximum liegt kurz vor der violetten Färbung. Die Auswanderung geschieht zuerst in den unteren Schichten. Stets ist eine Ansammlung an den Bündeln zu erkennen. Hauptnerv enthält stets wenig, die Parenchymscheide ist stets frei.

In den geröteten Teilen ist noch verhältnismäßig viel Stärke enthalten.

Zucker fehlt in normalen Blättern fast vollständig, er tritt erst mit dem Stärkemaximum in großen Mengen auf, mit der eingetretenen Rötung, das Maximum liegt im ältesten Blatt. Hauptnerv enthält stets mehr als die Spreite.

Gerbstoff kommt im grünen Blatt nur in verhältnismäßig geringen Mengen vor. Er tritt am Rand zuerst auf noch vor eingetretener Rötung und erfüllt von hier ausgehend, allmäh-

lich die ganze Spreite. Die oberen Schichten enthalten mehr als die unteren, das Maximum liegt mit dem des Zuckers zusammen im ältesten Blatte. Die Fettropfen nehmen mit zunehmendem Absterben ab.

Lyonia speciosa. 3. 10. 1911.

5 Blätter:

1 Spitze vertrocknet, an größeren Nerven gelb, dazwischen rotbraun.

2 Spreite purpurrot, alle, auch die kleinsten Verzweigungen der Nerven, gelblich grün.

3 Nerven blaßgrün, dazwischen rot mit grünlichem Unterton, Rand hellpurpurrot.

4 grün, mit rotem Rand.

5 grün.

Farbstoff in der 2. Schicht.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. ziemlich hoch und schmal, 2. große schmale Palisaden, $^1/_3$ des Mesophylls, 3. häufig als sehr lockere kurze Palisaden ausgebildet, 4.—6. sehr lockeres Schwammparenchym, 7. ziemlich klein. Parenchymscheide vorhanden, Hauptnerv oben wenig eingesenkt, unten stark hervortretend. Hyodermale Schicht schwach kollenchymatisch verdickt. Nervenparenchym großzellig, über und unter dem Bündel Faserkappe, Siebteil sehr schmal.

Stärke: *1* u. *2* frei.

3 Rand frei, mehr nach der Mitte zu Parenchymscheide blau, angrenzendes Mesophyll hellblau bis blau. Stärkescheide blau, Gefäßparenchym blau.

4a (Spitze) am Rande 2.—3. schwarzblau, 4.—6. dunkelblau, an kleinen Bündeln auch schwarzblau. Parenchymscheide stets schwarzblau, direkt am Rand Mesophyll frei. Untere Zellen der Stärkescheide blau, seitliche schwarzblau, Gefäßparenchym schwarzblau, angrenzendes Mesophyll schwach hellblau.

*4*b (Mitte) 2. u. 3. am Rand und in der Mitte hellblau, dazwischen dunkelblau, an kleineren Bündeln schwarzblau, 4.—6. nur an mittleren Bündeln blau, sonst frei, Parenchymscheide schwarzblau, ebenso Stärkescheide und Gefäßparenchym.

5 Parenchymscheiden blau, sonst frei.

Zucker: *1* Spreite fast frei, wenig an größeren Bündeln und im Hauptnervenparenchym.

2 in der Mitte des Blattes viel, in 4.—6. mehr als in 2.—3., nach dem Rand starke Abnahme. Parenchym des Hauptbündels und Nerven viel, ziegelrot.

3 noch mehr als *2*, in der Mitte etwas weniger, am Rand sehr viel, in allen Schichten gleichmäßig, intensiv ziegelrot.

*4*a am Rand wie *3*, nach der Mitte rasche Abnahme, am Hauptnerv 4.—6. fast frei, 2.—3. wenig. Hauptnerv und -bündel ziemlich viel.

*4*b in der Spreite wenig, 2.—3. mehr als 4.—6., am Rand ziemlich viel, hier gleichmäßig schwach ziegelrot, Hauptnerv wie *4*a.

5 noch weniger als *4*b, auch am Rand sehr wenig.

Gerbstoff: Normales Blatt *5*, 1. gelbbraun, homogen, über dem Hauptbündel rotbraun, 2. dunkelbraun, körnig, 3.—6. wenig heller als 2, einzelne Zellen ohne Gerbstoff, 7. gelbbraun, tropfig, unter dem Bündel dunkler. Parenchymscheide braun, Nerven- und Bündelparenchym dunkelbraun.

Maximum in Blatt *3* zeigt eine dunklerere Färbungsintensität in allen Schichten, im übrigen ähnlich wie 5. *4* ähnlich wie *3*. *2—1* zeigen eine Abnahme in allen Schichten, die zuerst in 4.—6., dann auch in 2.—3. eintritt. In Blatt 1 die meisten Zellen stark entleert. 1. Schicht und Parenchymscheide dunkler als das übrige Mesophyll, auch am Hauptbündel nur noch sehr wenig. 1. gelbbraun, 2. braun, 3.—6. mit wenigen braunen körnigen Massen, ebenso das Nervenparenchym, Bündelparenchym dunkelbraun.

Zusammenfassung:

Stärkespeicherung beginnt in der Parenchymscheide des noch grünen Blattes, sie tritt dann in der Spreite ziemlich gleichmäßig auf, in der Mitte etwas später. 2.—3. speichern zuerst und am meisten, während 4.—6. zunächst nur an Bündeln speichern. Zur Zeit des Maximums, vor der Rötung, auch in 4.—6. viel, 2.—3. aber stets mehr. Ansammlung an Bündeln. Stärke findet sich zuletzt in der Parenchymscheide, Stärkescheide und Bündelparenchym, sie verschwindet vollkommen mit der eintretenden Rötung.

Zucker im normalen Blatt sehr wenig. Mit eintretender Rötung plötzliche, starke Zunahme in allen Schichten, besonders in 4.—6. Vom Rand nach der Mitte vordringend und ebenso verschwindend. Fast vollständige Entleerung im vergilbten Blatt.

Gerbstoff im normalen Blatt bereits in größeren Mengen vorhanden, erfährt noch eine geringere Steigerung bis zum Stadium mit beginnender Rötung, zeigt dann eine allmähliche, im letzten Blatt eine sehr erhebliche Entleerung.

Forsythia viridissima.

10 Blätter von 1 Trieb: 21. IX. 1911.
3 Blätter von 1 Trieb: 2. X. 1911.

1 Spitze gelb, Mitte gelblichgrünlich, Basis schwach rotbraun, abfallend.
2 äußerste Spitze gelb, dann eine fahlgrüne Zone, der größte Teil intensiv rötlichbraun, Nerven grünlich.
3 vorwiegend grünlich, weniger rotbraun.
4 hellgrün, schwach rotbrauner Anflug.
5—7 allmählich dunkler grün werdend.
8—10 dunkelgrün (*10* ziemlich dicht an der wachsenden Spitze).
11—13 grün (*13* stand 4 Internodien unterhalb der abgeschlossenen Knospe).

Farbstoff in vielen Zellen der 2. Schicht.

Anatomisches: ca. 10 Schichten, 1. verhältnismäßig hoch und schmal, 2.—3. Palisaden, zwei- bis dreimal so lang als breit, oft auch nur eine Schicht, dann vier- bis sechsmal so lang als breit, zusammen $^1/_4$—$^1/_3$ des Mesophylls, 4. lockere Palisaden, 5.—9. rundliche Schwammparenchymzellen mit nicht sehr großen Interzellularen, 10. mittelgroß. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben wenig eingesenkt, unten etwas hervortretend. Nervenparenchym ziemlich großzellig, kleine Interzellularen. Hauptbündel ohne Sklerenchym und Kollenchym.

Stärke: *1—3* frei.

4 im Parenchym des Hauptbündels einzelne Körner, 3.—5. schwach hellblau.

5 etwas mehr als *4*, deutliche Ansammlung am Hauptnerv und an den mittleren Bündeln, blau, Hauptnerv fast frei.

6 wie *5*.

7 fast alle Schichten Stärke führend, in 4.—6. am meisten, blau, von hier nach oben und unten abnehmend. Am Hauptbündel dunkelblau, im Parenchym des Hauptnerven schwach hellblau.

8—10 verhalten sich ähnlich, jedoch wird die Ansammlung am Hauptnerven stets intensiver, Blätter noch nicht ausgewachsen.

11 Schwammparenchym schwach hellblau, an kleineren Bündeln und Parenchymscheide blau, ebenso am Hauptnerv, Nerven- und Bündelparenchym sehr wenig.

12 Schwammparenchym nur teilweise hellblau, sonst frei.

13 Schwammparenchym fast vollkommen frei, nur in der Parenchymscheide, hellblau.

Zucker: *1*a (in der gelben Region) nicht sehr viel, am meisten im Nervenparenchym, fast ziegelrot.

*1*b (in der grünlichen Region) mehr als *1*a, am meisten im Schwammparenchym und unteren Nervenparenchym, ziegelrot.

2 deutlich mehr als *1*b, auch stellenweise in den Palisaden und oberer Epidermis sehr viel, im Gefäßteil am wenigsten, intensiv ziegelrot.

3 in der Spreite noch mehr als in *2*, viele Zellen vollständig erfüllt, im Hauptnerv viel weniger, dunkelziegelrot.

4 überall ganz bedeutend weniger, Hauptnerv fast frei, schwach ziegelrot.

5 Hauptnerv und benachbarte Spreite sehr wenig, am meisten an kleinen Bündeln im Schwammparenchym und in 1., Färbung kaum wahrnehmbar.

6—8 wie *5*, aber im Hauptnerv ziemlich viel, dieser hellziegelrot.

9 überall gleichmäßig ziemlich viel, hellziegelrot.

Gerbstoff: Normales Blatt *10*, 1. lederbraun, 2. und 3. schwach hellbräunlich, in 2. braune Tropfen, ebenso im untersten Schwammparenchym. Das übrige Gewebe mit nur geringen Gerbstoffmengen.

Maximum in Blatt *3*, 1. fast schwarzbraun, homogen. 2. dunkelbraun, die folgenden Schichten allmählich abnehmend, 8. hellbraun, 9. etwas dunkler, 10. braungelb, mit Ausnahme der Epidermis, Gerbstoff meist in Tropfen ausgefällt. In allen Schichten auch wieder Fettropfen. Nervenparenchym hellbraun, Parenchymscheide braun, ebenso Bündelparenchym.

In den folgenden jüngeren Blättern tritt allmählich eine Abnahme der Färbungsintensität ein. In Blatt *5* ist die Spreite fast gleichmäßig braun, nicht so sehr viel weniger Gerbstoff als in *3*. In Blatt *7* ist ein grünlicher Unterton vorhanden, mit Ausnahme der 2. Schicht, die übrigen enthalten aber auch noch sehr viel Gerbstoff. Die Fettropfen nehmen ständig zu, größte Mengen in *8*, bei den meisten Blättern vor allem in der 2. Schicht und im Nervenparenchym zu finden. Blatt *8* und *9* haben auch noch etwas mehr als *10*.

Die älteren Blätter zeigen eine nicht sehr starke Abnahme der Färbungsintensität in allen Schichten, sowie eine Abnahme der Fettropfen. Blatt *11—13* verhalten sich ähnlich wie Blatt *8*.

Zusammenfassung:

Die Speicherung beginnt in der Parenchymscheide kleinerer Bündel, sie verbreitet sich von hier aus zunächst im mittleren Schwammparenchym, um dann auch in den unteren und oberen Schichten aufzutreten, von wo sie nach dem Maximum in Blatt *7* zuerst wieder verschwindet. Mit dem stärkeren Auftreten des Farbstoffs ist sie ganz verschwunden.

Zucker ist in der Spreite des grünen Blattes nur sehr wenig vorhanden, er tritt zuerst auf an kleineren Bündeln, nimmt erst sehr langsam, nach dem Verschwinden der Stärke sehr plötzlich zu und findet sich in großen Mengen kurz vor der intensivsten Rötung. Im Hauptnerv tritt er erst in größeren Mengen auf, wenn das Maximum in der Spreite vorüber ist. In den ältesten Blättern ist eine starke Abnahme eingetreten.

Das Gerbstoffmaximum liegt auch in Blatt *3*, und zwar in den oberen Schichten, in den jüngeren Blättern erfolgt gleichmäßige Abnahme, bis zuletzt das Schwammparenchym fast vollkommen frei wird. In den ältesten Blättern zeigt sich ebenfalls eine deutliche Abnahme der Färbungsintensität, doch bleibt noch sehr viel Gerbstoff im Blatt zurück. Die Fettropfen zeigen bis zum Beginn des Vergilbens eine Zunahme, in den jüngsten Blättern wieder eine Abnahme.

Campanula glomerata. 30. IX. 1911.

3 Blätter:

1 dunkelviolett, nur längs des Hauptnervs an der Basis grün.
2 violette Spitze, sonst hellgrün, an der Basis dunkler grün.
3 dunkelgrün.

1 und *2* an der Spitze und Basis geschnitten.

Farbstoff in der 2., 6. und 7. Schicht.

Anatomisches: 7 Schichten, 1. groß, 2. große Palisaden, fünf- bis sechsmal so lang als breit, fast $^1/_2$ des Mesophylls, 3. meist als Palisaden ausgebildet, 4.—6. kleine lockere, rundliche Schwammparenchymzellen, 7. wie 1. Parenchymscheide

vorhanden. Hauptnerv oben schwach eingesenkt, unten hervorgewölbt. 1—2. hypodermale Schichten schwach kollenchymatisch verdickt. Stärkescheide nur oberseits des Bündels deutlich ausgebildet. Nervenparenchym großzellig.

Stärke: *1*a (Spitze) Hauptnerv und Umgebung frei. Nach dem Rande zu in allen Schichten gleichmäßig auftretend und zunehmend, am Rand selbst das Mesophyll dunkelblau.

*1*b (Mitte) innerhalb des grünlichen Bezirks nur sehr wenig, im geröteten Teil der Spreite 2. blau, Schwammparenchym hellblau, Hauptbündel frei.

*2*a, *2*b u. *3* frei, nur wenig feinkörnige Stärke.

Zucker: *1*a im Mesophyll nur wenige Körner, mehr in beiden Epidermen, im Hauptbündel und an kleineren Bündeln ziemlich viel, ganz schwach ziegelrot.

*1*b im Mesophyll frei, sonst wie 1.

*2*a sehr wenig im Hauptbündel.

*2*b u. 3 frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *3*, 1. rotbraun, über dem Hauptbündel gelbbraun, 2. etwas gebleicht, 7. gelbbraun, unter dem Hauptbündel braun, Siebteil braun, sonst frei.

Maximum in *1*a, 1. rotbraun, homogen, nach dem Rand Zunahme, über allen Bündeln etwas heller, 2. braun, körnig oder tropfig, 3.—5. nur wenig körnige Massen, stellenweise dunkler, an größeren Bündeln grünlich, viel Fett. 6. braun, meist homogen, 7. braun, homogen.

Nach der Mitte Abnahme im Mesophyll, zuerst in den mittleren Schichten. Nerven- und Bündelparenchym hellbraun. Schnitt *1*b, der äußerste Rand abgestorben, daneben noch erheblich dunkler als *1*a, das ganze Mesophyll dunkelbraun körnig, besonders in 2., doch folgt eine rasche starke Abnahme nach der Mitte zu, in mittleren Teilen nur wenig Unterschied vom normalen Blatt. *2*a ähnlich *1*b. *2*b fast normal. Überall viel Fettropfen, in *1*a anscheinend am größten, in *3* fast nur in der 2. Schicht.

Zusammenfassung:

Die Stärkespeicherung tritt ziemlich gleichzeitig in der Spreite auf zu Beginn der violetten Färbung, in den Palisaden stärker als im Schwammparenchym, das Maximum in der intensiv geröteten Zone.

Zucker fehlt im normalen Blatt vollständig, in der geröteten Zone nur geringe Mengen, hauptsächlich in der Epidermis, an kleineren Bündeln und im Hauptbündel.

Gerbstoff ist im normalen Blatt nur wenig enthalten, er nimmt vom Rand aus ganz erheblich zu, sein Maximum erreicht er in der geröteten Zone.

Sorbus torminalis. 16. X. 1911.

9 Blätter:

1 vorwiegend gelb, Rand schwach rötlich.
2 vorwiegend rostrot, mittlere Partien längs des Hauptnerven gelb.
3 vorwiegend dunkelrot, sonst wie 2.
4 an den Nebennerven 1. Ordnung grün, dazwischen dunkelrot.
5—7 vorwiegend grün, mit rotem Anflug, der sich vom Rand aus zwischen die Nerven erstreckt.
8 schwacher Anflug von Rötung.
9 grün.

Farbstoff nur in der 2. Schicht.

Anatomisches: 7 Schichten, 1. mittelgroß, mit fast stets verquollener Innenmembran, 2. schmale Palisaden, vier- bis sechsmal so lang als breit, meist nach kleineren Bündeln hinneigend, 4.—6. sehr lockeres Schwammparenchym, strahlenförmig nach kleineren Bündeln hinstrebend, $^1/_2$ des Mesophylls, 7. kleiner als 1. Hauptnerv schwach eingesenkt, unten wenig hervortretend. Parenchymscheide vorhanden. Am Hauptbündel starker Faserring, seitlich 2 Schichten, über und unter dem Bündel 4—6 Schichten. Siebteil sehr klein.

Stärke wurde nicht gefunden.

Zucker: *1* überall gleichmäßig verteilt, nicht viel, schwach ziegelrot.

2 etwas mehr.
3 überall viel, ziegelrot, im Hauptnervenparenchym und Bündelparenchym wenig.
4 wie *3*.
5 weniger als *4*, Abnahme nach dem Hauptbündel zu, schwach ziegelrot.
6—8 wie *3*.
9 fast frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *9*, 1. lederbraun, über dem Hauptbündel schwarz, 2., 5.—7. heller braun, ein Teil der Zellen in 5.—7. ohne Gerbstoff, 3. braungelb bis gelbbraun, je nach den einzelnen Zellen verschieden, Parenchymscheide dunkelbraun, körnig.

Maximum in Blatt *3*, 1. schwarzbraun, 2. rotbraun, homogen, darin einzelne Tropfen, mittleres Mesophyll hellbraun, 5. u. 6. fast braun, meist körnig oder klumpig, 7. braun. Im Nervenparenchym die untersten 2 Schichten hellbraun, Parenchymscheide braun, selten mit einigen Körnern. Parenchym des Gefäßteils dunkelbraun körnig, des Siebteils hellbraun. Blatt *4* und *5* zeigen in allen Schichten eine schwache Abnahme, das mittlere Mesophyll ist dagegen frei von Gerbstoff. Blatt *5* beinahe normal. *6* beide Epidermen haben weniger. *7* auch die 2. u. 6. Schicht weniger. *8* fast normal.

Zusammenfassung:

Stärke wurde nicht beobachtet.

Zucker fehlt im grünen Blatt fast vollständig, viel findet sich in allen Blättern mit rotem Farbstoff (Ausnahme Blatt *5*). Zunächst findet sich am Rand mehr als in der Mitte. In vergilbenden Blättern findet eine erhebliche Abnahme statt.

Das Gerbstoffmaximum in Blatt *3*, im Hauptnerv erst später. In vergilbenden Blättern eine unerhebliche Abnahme. Die jüngeren Blätter zeigen dagegen eine deutliche Abnahme, zuerst in den mittleren Schichten, allmählich tritt dann auch eine Aufhellung der übrigen Schichten ein. Das Maximum fällt mit dem des Zuckers annähernd zusammen.

Astrantia major. 25. IX. 1911.

3 Blätter:

1 Rand gelb, alle Nerven mit schwach rötlichem Anflug, Blattmitte und entlang der größeren Nerven grün, ziemlich unvermittelter Übergang zwischen gelb und grün.

2 ebenso, nur die gelbe Randzone schmaler.

3 Rand und Zähne beginnen zu vergilben, die übrige Spreite dunkelgrün.

Farbstoff führende Zellen in der 2. Schicht.

Anatomisches: ca. 9 Schichten, 1. schmal, ziemlich hoch, 2. kurze, dichte Palisaden, dreimal so lang als breit, 3. kurze lockere Palisaden, 2. u. 3. zusammen $^1/_3$ des Mesophylls, 4.—8. sehr lockere Schwammparenchymzellen mit langen Fortsätzen, 9. ziemlich groß. Parenchymscheide vorhanden. Hauptnerv oben eingesenkt, unten etwas hervorgewölbt, ober- und unterseits kollenchymatisch verdicktes Gewebe. Stärkescheide fehlt. Bündel ziemlich klein.

Stärke wurde nicht gefunden.

Zucker: *1* sehr viel, am meisten in den oberen Schwammparenchymschichten, nach oben und unten abnehmend. In größeren Bündeln auffallend viel, intensiv ziegelrot.

2a (Spitze) etwas weniger, mehr gleichmäßig durch die Spreite verteilt, ziegelrot.

2b (Basis) Spreite frei, nur im Hauptbündel etwas, dieses selbst schwach ziegelrot.

3 wie *2b*.

4 (durch den Rand von *2*, außen am Rand gelb, bis zu einem größeren Bündel, auf der anderen Seite desselben grün) am Rand sehr viel, nach innen abnehmend, am Hauptbündel noch wenig, jenseits desselben frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *3*, 1. dunkelrotbraun, 2. gelb, untere Epidermis braun, das übrige Mesophyll ohne Gerbstoff. Die obere und untere Epidermis des Hauptbündels mit tropfigen Ausfällungen. Die kollenchymatischen Zellen des Hauptnerven mit körnigen Massen. Bündelparenchym braun.

Maximum in Blatt *2*a, 1. dunkelrotbraun, 2. stark braun, homogen, 3.—8. hellbraun, homogen, teilweise mit körnigen Massen. Untere Epidermis tiefbraun. Am Hauptbündel beide Epidermen braun. Nervenparenchym nach außen braun, nach innen zu hellbraun, Gefäßparenchym dunkelbraun. *2*b fast normal, nur in 2. hellbraun. *1* sehr erhebliche Abnahme gegen *2*a, besonders stark im Schwammparenchym, am wenigsten in den Epidermen.

Zusammenfassung:

Stärke wurde nicht gefunden. Zucker fehlt in der grünen Spreite, er tritt zuerst in vergilbenden Teilen auf und nimmt später stark zu. Beim Maximum ist er besonders in den mittleren Schichten gelegen, Bündel enthält stets mehr als die Spreite. Abnahme im ältesten Blatt findet nicht statt.

Gerbstoff findet sich im normalen Blatt in größeren Mengen nur in beiden Epidermen und dem Bündelparenchym. Sein Maximum liegt vor dem des Zuckers in *2*a. Zu dieser Zeit enthalten alle Schichten Gerbstoff, besonders die oberen. Aus dem Schwammparenchym, in dem der Gerbstoff zuletzt auftritt, wird er auch wieder zuerst abgeleitet. Die übrigen Schichten zeigen nur geringere Abnahme. Im Hauptbündel treten keine großen Unterschiede auf.

Hieracium prenanthoides. 2. X. 1911.

3 Blätter:

1 der Rand an der Spitze vertrocknet (a), dann 3 Zonen, zunächst intensiv rot (b). dann gelblich grün (c), zuletzt Basis hellgrün (d).

2 Spitze rot, sonst hellgrün.

3 Spitze hellgrün, sonst dunkelgrün.

Farbstoff in vielen Zellen der oberen, besonders aber der unteren Epidermis.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. flach, 2. Palisaden, zwei- bis dreimal so lang als breit, $^1/_5$ des Mesophylls, 3.—7. ziem-

lich große meist rundliche Schwammparenchymzellen, oben dicht, unten größere Interzellularen, 8. ziemlich großzellig. Parenchymscheide vorhanden, Hauptnerv oben wenig eingesenkt, unten stark hervortretend, 1—2 hypodermale Schichten kollenchymatisch verdickt. Nervenparenchym sehr großzellig, ebenso die Stärkescheide, über und unter dem Bündel Zellen mit verdickten Membranen. Siebteil sehr klein.

Stärke: *1*a—*1*c nur wenige Körner in der Stärkescheide des Hauptbündels und zwar in den unteren Zellen, sonst frei.

Zucker: *1*a im und am Hauptnerv sehr viel, nach dem Rande zu stark abnehmend, in den Schichten gleichmäßig verteilt, Epidermis auffallend viel, intensiv ziegelrot.

*1*b in der Spreite gleichmäßig verteilt ziemlich viel, fast ziegelrot, sehr viel im Parenchym des Hauptnerven.

*1*c in der Spreite sehr viel, deutliche Abnahme am Hauptnerv. Hauptnerv und -bündel wenig, ziegelrot.

*1*d Spreite frei, nur einzelne Körner im Hauptbündel.

*2*a überall sehr viel, ziegelrot.

*2*b in der Spreite bedeutend weniger, keine Färbung, viel im Nervenparenchym, schwach ziegelrot.

*2*c nur wenig im Nervenparenchym des Hauptbündels und dessen Nähe, keine Färbung.

Gerbstoff: Normales Blatt *3*, 1. schwarzbraun, über dem Hauptbündel braun, 2. braun, 7. und zum Teil auch 6. schwach hellbraun, Parenchymscheide hellbraun, das übrige Mesophyll grün. Nervenparenchym fast frei. Stärkescheide braun, unterseits hellbraun, Grenzpartie zwischen Gefäß- und Siebteil dunkelbraun, meist homogen, selten mit tropfigen Ausscheidungen.

Maximum in *1*a, gegen den Mittelnerv zu, 1. schwarzbraun, 2. dunkelrötlichbraun, 6. u. 7. gelblichbraun, 8. dunkelbraun, das übrige Mesophyll hellbraun, Parenchymscheide braun. In der 1., 2. u. 6.—8. Schicht homogen, häufig mit eingeschlossenen Tropfen. Mittleres Mesophyll vorwiegend körnig oder tropfig. Einzelne Schwammparenchymzellen mit schwarz-

braunen Klumpen, Verteilung im Hauptnerv wie im normalen Blatt, nur etwas intensiver. Abnahme gegen den absterbenden Rand zu. *1*b zeigt etwas weniger, besonders im mittleren Mesophyll. *1*c ebenso, mittleres Mesophyll grün. *1*d und *2* fast wie das normale Blatt *3*.

Zusammenfassung:

Stärkespeicherung nicht vorhanden.

Zucker fehlt im grünen Blatt, er tritt zunächst am Rand auf, erfüllt die ganze Spreite vor der intensivsten Rötung, verschwindet zuerst am Rand, starke Abnahme im ältesten Blatt, 1. stets sehr viel.

Gerbstoff fehlt in den mittleren Schichten des grünen Blattes, in dem nur eine homogene Fällung eingetreten ist, er nimmt erst langsam, mit der intensiven Rötung stark zu, im Maximum führen auch die mittleren Schichten körnigen Gerbstoff. In den Randpartien des ältesten Blattes ist eine geringe Abnahme wahrnehmbar.

Serratula tinctoria. 4. X. 1911.

3 Blätter:

1 Spitzen der Fiedern meist dunkelrotbraun (*1*a), ein Blättchen mehr grünlich mit schwacher Rötung (*1*), ein zweites ebenso ohne Rötung (*1*b).

2 vorwiegend grün, Spitzen rotbraun (*2*a), hieran stößt eine schmale hellgrüne Zone (*2*b).

3 grün.

Farbstoff in der 2. Schicht.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. ziemlich klein, 2. sehr große Palisaden, acht- bis zehnmal so lang als breit, fast $^1/_2$ des Mesophylls, 3. lockere Palisaden, $^1/_3$ von 2, 4.—7. ziemlich dichte Schwammparenchymzellen, 8. kleiner als 1. Parenchymscheide vorhanden, Hauptnerv oben kuppenförmig hervortretend, unten stark hervortretend. Nervenparenchym über dem Bündel stark kollenchymatisch verdickt, unter demselben nur

die hypodermale Schicht. Nervenparenchym großzellig. Bündel ober- und unterseits mit starkem Faserbelag.

Stärke wurde nicht gefunden.

Zucker: *1* fast frei.

*1*b sehr wenig in der Spreite, in unteren Schichten mehr als in oberen, Nervenparenchym ziemlich viel.

*2*a viel im Schwammparenchym, der unteren Epidermis und Nervenparenchym, Palisaden etwas weniger, ziegelrot.

*2*b wenig in oberer Epidermis, Palisaden etwas mehr, nach unten weitere Zunahme, am meisten in den unteren Schichten und Nervenparenchym, schwach ziegelrot.

3 überall sehr wenig, keine Färbung.

Gerbstoff: Normales Blatt *3*, 1. mit großen rotbraunen Tropfen, über dem Hauptnerv rotbraun, homogen, 2. schwach gelbbraun, 3.—5. ohne oder fast ohne Gerbstoff, 6.—7. teilweise schwach gelbbraun, 8. mit rotbraunen oder gelbbraunen Tropfen, Parenchymscheide frei, Bündelparenchym gelbbraun, überall Fettropfen, am meisten in der 2. Schicht.

Maximum im Rand von *2*a, starke Zunahme in allen Schichten, 1. große, dunkelrotbraune Tropfen, hänfig in gelbbrauner homogener Masse, 2. erfüllt mit rotbraunen bis schwarzbraunen großen Tropfen, 3.—7. viel größere oder kleinere Tropfen, 8. mit braunen Tropfen, hier nur geringe Zunahme gegen 3. Parenchymscheide mit braunen Tropfen. Wenig Fettropfen. Nach dem Hauptbündel zu starke Abnahme: 1. rötlich braun, 2.—3. braun, körnig, 4.—7. frei. Viel Fetttropfen, im Nervenparenchym wenig körnige braune Massen. *2*b zeigt geringe Abnahme gegen *2*a. Blatt *1* und *1*a zeigen starke Abnahme gegen *2*a, zwischen den Bündeln ist fast vollständige Entleerung eingetreten. An Bündeln Epidermis rotbraun, Mesophyll gelbbraun, untere Schichten dunkler, Bündel dunkler als die Spreite. Viel Fettropfen.

Zusammenfassung:

Stärke wurde nicht gefunden.

Zucker befindet sich nur wenig im normalen Blatt, er tritt

ziemlich gleichzeitig in allen Schichten auf, im Schwammparenchym findet sich stets mehr als in den Palisaden. Das Maximum liegt in den intensiv gefärbten Teilen der Spreite. Dann folgt gleichmäßige Abnahme bis zur fast vollständigen Entleerung. Im Hauptnerv findet sich mit Ausnahme des jüngsten und ältesten Blattes viel Zucker.

Gerbstoff ist nur wenig im normalen Blatt enthalten, es folgt eine sehr rasche Steigerung des Gehaltes in allen Schichten, besonders in 2. Das Maximum tritt gleichzeitig mit dem des Zuckers auf, am Rand früher als am Hauptnerv. Im ältesten Blatt ist teilweise eine fast vollständige Entleerung eingetreten. In unteren Schichten ist mehr zurückgeblieben als in oberen. Parenchymscheide und Bündelparenchym enthalten stets sehr viel. Mit zunehmendem Alter nehmen auch die Fettropfen zu. (Im Rand von *2a* wahrscheinlich vom Gerbstoff verdeckt.)

Tanacetum vulgare. 9. X. 1911.

4 Blätter:

1 vergilbt, schwach rötlicher Anflug.
2 hellpurpurrot.
3 tief dunkelrot mit grünem Unterton.
4 grün.

Farbstoff in oberer und unterer Epidermis und in oberen Palisaden.

Anatomisches: Ober- und unterseits tiefe Gruben, in denen kurze Drüsenhaare sitzen. An den dicksten Stellen besteht das Blatt aus 8 Schichten. 1. mittelgroß, 2. Palisaden, vier- bis sechsmal so lang als breit, 3. lockere Palisaden, zwei- bis dreimal so lang als breit, 2. u. 3. zusammen fast $^1/_2$ des Mesophylls, 4.—6. ziemlich große Schwammparenchymzellen, 7. lockere Palisaden, dreimal so lang als breit, 8. wie 1. Parenchymscheide vorhanden, Hauptnerv unten schwach hervortretend, Nervenparenchym schwach entwickelt.

Stärke: in *3* u. *4* wenig feinkörnige Stärke an einzelnen Stellen.

Zucker: *1* in allen Schichten und Bündeln viel, ziegelrot.
2 weniger als *1*, im Schwammparenchym mehr als in den Palisaden.
3 sehr viel, besonders in der Parenchymscheide, intensiv ziegelrot.
4 fast frei.

Gerbstoff: Normales Blatt *4*, 1. dunkelbraun, homogen, 2. u. 3. braun, homogen, 4.—6. frei, stellenweise mit Körnchen, 7.—8. hellbraun, homogen. Im ganzen Mesophyll Fetttropfen, besonders in der 2. u. 3. Schicht. Parenchymscheide braun, homogen. Nervenparenchym oberhalb des Bündels hellbraun, unterhalb frei, Bündelparenchym braun, homogen.

Maximum in Blatt *2*, sehr bedeutende Zunahme. 1. schwarzbraun, 2. dunkelbraun, 3. etwas heller, 1.—3. homogen, 4.—6. mit dunkelbraunen körnigen oder tropfigen Massen, auch einzelne Zellen homogen, 7. dunkelbraun, 8. dunkelbraun, Parenchymscheide schwarzbraun, Nervenparenchym hellbraun. *3* ähnlich Blatt *2*, aber erheblich heller, in Palisaden öfters in homogener Masse tropfige Ausscheidungen, im mittleren Schwammparenchym teilweise wenig Gerbstoff. *1* in allen Schichten Abnahme der Färbungsintensität, besonders in den mittleren Schichten, Epidermen braun, untere etwas heller, periphere Schichten gelbbraun.

Zusammenfassung:

Stärkespeicherung wurde nicht beobachtet.

Zucker befindet sich im normalen Blatt nur wenig. Das Maximum tritt sehr rasch mit beginnender Rotfärbung ein, um allmählich wieder abzunehmen.

Gerbstoff fehlt in den mittleren Schichten des grünen Blattes fast vollständig, er nimmt stark zu, sodaß im Maximum in allen Schichten Gerbstoff vorkommt, vor allem in den obersten und untersten Schichten. Im Gegensatz zu den

übrigen Schichten ist die Ausfällung in 4.—6. körnig oder tropfig. Im ältesten Blatt geringe Abnahme gegen *2*. Fettropfen nehmen im ältesten Blatt ab.

Scorzonera hispancia. 22. IX. 1911.

1 Blatt:

fast durch die ganze Länge der Spreite längs des Hauptnervs dunkelgrün, nach den Rändern zu zunächst fahlgrün, dann im oberen Drittel der Spreite violett, nach dem Rand verblassend, bis gelb, Rötung an den Nebennerven herablaufend.

1. Schnitt durch die gelbliche Zone,
2. Schnitt durch die violette Zone,
3. Schnitt durch den Anfang der violetten Zone,
4. Schnitt durch die grünliche Zone,
5. Schnitt durch die dunkelgrüne Zone.

Farbstoff in der 2. Schicht.

Anatomisches: ca. 9 Schichten, 1. ziemlich groß, 2. Palisaden, drei- bis viermal so lang als breit, $^1/_4$—$^1/_3$ des Mesohpylls, 3.—7. (8.) ziemlich dichte rundliche Schwammparenchymzellen, 8. (9.) wie 1. Parenchymscheide vorhanden, an größeren Bündeln nur an der unteren Seite gut ausgebildet. Hauptnerv oben eingesenkt, unten hervortretend. Keine mechanischen Elemente.

Stärke wurde nicht beobachtet.

Zucker: *1* sehr viel, Anhäufung an größeren Bündeln, besonders in 2., ziegelrot.
2 fast ebenso viel, gleichmäßig verteilt, fast ziegelrot.
3 zwischen *1* und *2*, Anhäufung an den Bündeln.
4 ziemlich viel, Anhäufung an den Bündeln, schwach ziegelrot.
5 beträchtliche Anhäufung am Hauptbündel, in einiger Entfernung davon ist die Spreite fast frei, am Hauptbündel fast ziegelrot.

Gerbstoff: Die normale grüne Spreite *5* enthält Gerbstoff in der 1., 8. (u. 9.) Schicht und in der Parenchymscheide, hellbraun, am intensivsten in der 1., am wenigsten in der 8.

(9.) Schicht, die beiden hypodermalen Schichten sehr schwach getönt.

Maximum in der intensiv violett gefärbten Zone *2*, 1. dunkelrotbraun, 2. braun, 7. (8) gelbbraun, 8. (9.) rotbraun. Parenchymscheide gelblich braun oder rotbraun, ebenso die hypodermale Schicht im Hauptbündel. Innere Schichten gegen den Rand etwas Niederschlag, sonst frei.

In den jüngeren Teilen der Spreite nimmt die Intensität der Färbung ab, ebenso in den ältesten Teilen. *3* ähnlich *2*. *4* fast normal. *1* zeigt etwas Abnahme der Färbungsintensität gegen *2*, besonders gegen den Rand zu, viel »Öl«, auch in anderen Schnitten schon.

Zusammenfassung:

Stärkespeicherung wurde nicht beobachtet.

Zucker fehlt in der grünen Spreite, er tritt zuerst in großen Mengen an größeren Bündeln auf, wo fast stets eine Ansammlung zu bemerken ist. Das Maximum in Schnitt *2* der Zone intensivster Rötung. Abnahme im ältesten Blatt wurde nicht beobachtet.

Gerbstoff im normalen Blatt nur in geringen Mengen vorhanden, mittlere Schichten fast frei, allmähliche Zunahme bis zum Maximum in *2*. Zu dieser Zeit enthalten alle Schichten, besonders die oberen, viel Gerbstoff. Das Maximum liegt vor dem des Zuckers, denn in der gelblichen Zone ist etwas Rückgang der Färbungsintensität zu beobachten.

Viburnum americanum. 17. X. 1911.

7 Blätter:

1—4, *5—7* je von einem Trieb (etwas schattiger Standort).

1 vergilbt, abfallend.

2 schwach grünlich, an der Spitze schwach rötlicher Anflug.

3 längs größerer Nerven kräftig grün, an der Spitze rötlich.

4 grüner Unterton mit rötlichem Anflug, an der Spitze purpurrot.

5 fahlgrün, schwach rötlicher Anflug.
6 schwach gelblicher Anflug.
7 grün.

Farbstoff in der 2. Schicht.

Anatomisches: 8 Schichten, 1. mittelgroß, 2. kurze dicke Palisaden, zweimal so lang als breit, 3. palisadenähnliche Zellen, 4.—6. dichte horizontal geschichtete Schwammparenchymzellen, 7. etwas kleiner als 1. Parenchymscheide vorhanden, Hauptnerv oben eingesenkt, unten stark hervorgewölbt, Nervenparenchym schwach entwickelt, ohne mechanische Elemente.

Stärke wurde nicht gefunden.

Zucker: *1* in der Spreite wenig, am Hauptnerv mehr, im Hauptnerv und -bündel ziemlich viel, keine Färbung.
2 in allen Teilen bedeutend mehr, schwach ziegelrot.
3 ziemlich viel, besonders in der oberen Epidermis und über dem Hauptbündel, fast ziegelrot.
4 in der Spreite weniger, am Hauptbündel wie *3*.
5 weitere Abnahme in der Spreite.
6 etwas mehr als *4*.
7 noch weniger als *5*, keine Färbung.

Gerbstoff: Normales Blatt *7*, 1. rotbraun, 2. gelbbraun, körnig, 3.—5. ohne Gerbstoff, 6. schwach hellbraun, 7. nur einzelne hellbraune Tropfen, Parenchymscheide hellbraun, homogen, ein großer Fettropfen in jeder Zelle. Epidermis am Nerven hellbraun, homogen, obere und untere Hypodermis dunkelbraun körnig, einzelne Nervenparenchymzellen hellbraun. Gefäßparenchym dunkelbraun.

Maximum in Blatt *1*, 1. dunkelrotbraun, 2. in hellbrauner homogener Grundmasse dunkelbraune Tropfen im oberen Ende der Zellen, 6. braun, homogen, 7. hellbraun, homogen. Parenchymscheide braun, am Hauptnerv die hypodermale Schicht mit tropfigen Massen, sonst wie 7., nur im Bündel etwas dunkler. In 3.—5. in jeder Zelle ein sehr großer Fetttropfen. Blatt *3—5* fast ebenso, nur Blatt *6* etwas heller.

Zusammenfassung:

Stärke wurde nicht gefunden.

Zucker in geringen Mengen im normalen Blatt, er nimmt allmählich zu, sein Maximum liegt nach der intensivsten Rötung. Die Auswanderung beginnt am Rand und ist, mit Ausnahme der mittelsten Partien, ziemlich vollständig.

Gerbstoff zeigt ebenfalls eine Zunahme. Der Gerbstoffgehalt im fahlgrünen Blatt mit beginnender Rötung ist fast ebenso groß, wie das Maximum im vergilbten Blatt. Mittlere Schichten stets ohne Gerbstoff. Die Fettropfen nehmen gleichfalls an Größe zu.

Liriodendron tulipifera.

7 Blätter:

1—*5* vom 18. X. 1911. *6*—*7* vom 20. IX. 1911.

1 gelb.

2 gelb, längs größerer Nerven schwach grünlich.

3 gelb, längs größerer Nerven grün.

4 vorwiegend grün, Rand gelb, zwischen den Nerven gelbe Flecken.

5 vorwiegend grün, gelbliche Flecken zwischen den Nerven.

6 wie *5*.

7 grün, zwischen den Nerven schwach gelblich, Rand gelblich.

Anatomisches: 9 Schichten, 1. flach, 2. kurze Palisaden, zweimal so lang als breit, 3. längere Palisaden, viermal so lang als breit, 4. meist als kurze Palisaden ausgebildet, Schicht 5.—8. schmale, vorwiegend horizontal gestrekte Schwammparenchymzellen mit ziemlich großen Interzellularen, 9. mit stark gewölbten Außenzellwänden. Parenchymscheide vorhanden, Hauptnerv oben hervorgewölbt, unten ⊥ förmig hervortretend. Parenchym meist kollenchymatisch verdickt, rings um das Hauptbündel Faserbelag, nur wenig Zellen seitlich unverdickt.

Stärke: In Blatt *3*—*7* nur vereinzelte Stärkekörner im Hauptbündel.

Zucker: *1* nicht viel, am meisten in mittleren Blattschichten, am Hauptbündel und dessen Nähe fast frei, ziegelrot.
2 viel, besonders in 1. und in allen Schichten am Hauptnerv, in diesem selbst weniger, intensiv ziegelrot.
3 wie *2*.
4 in allen Schichten deutlich weniger, schwach ziegelrot.
5 Hauptnerv und dessen Nähe fast frei, dazwischen wenig, keine Färbung.
*6*a (Spitze) im Nervenparenchym, über und unter dem Hauptbündel sehr viel, im Bündel weniger, in der angrenzenden Spreite ziemlich viel, darauf rasch abnehmend, der übrige Teil der Spreite frei.
*6*b (Mitte) wenig im Hauptnerv, einzelne Körner in der angrenzenden Spreite.
*6*c (Basis) etwas mehr wie 6b.
*7*a (Spitze) u. *7*b (Mitte) vereinzelte Körner.

Gerbstoff: Normales Blatt *7*a, 1. gelbbraun, homogen, über dem Hauptbündel braun, 2. mit braunen großen Tropfen, 3. vielfach mit brauner, klumpiger Ausfällung, 4.—8. mit braunen Tropfen, die kleiner und heller sind als in der 3. Schicht, zerstreute Zellen auch sehr dunkel, 9. hellbraun, Bündelparenchym braun.

Maximum in Blatt *2*, 1. braun, homogen, 2. dunkelbraune Tropfen, 3. schwarzbraun, tropfig, an kleineren Bündeln heller, 4. dunkelbraun, große Tropfen, 5.—7. Tropfen an Intensität abnehmend, 8. wenige braune Tropfen. Epidermen nach den Bündeln zu heller werdend. Parenchymscheide braun, homogen. Nach dem Hauptbündel zu Abnahme, zuerst in 3., dann auch in allen übrigen. Im Hauptbündel wenige schwarzbraune Zellen im Siebteil.

Blatt *3* Verteilung wie *2*, aber überall weniger Tropfen. Blatt *4* weitere Abnahme, besonders am Hauptbündel, dagegen in 3. viel schwarzbraune, klumpige Massen. Blatt *5* wie *4*, aber 3. vollkommen erfüllt mit klumpigen schwarzbraunen Massen. *6*a—*6*c es fehlen die schwarzbraunen Massen. *7*b fast

normal. Blatt *1* sehr erhebliche Abnahme gegen *2* in allen Schichten, besonders in 2. u. 3. Farbton überall mehr gelblich bis gelbbraun, Tropfen fehlen.

Zusammenfassung:

Stärkespeicherung wurde nicht gefunden.

Zucker findet sich im normalen Blatt sehr wenig. Er tritt zuerst auf in den gelblichen Stellen zwischen den Nerven, erfüllt mit dem weiteren Absterben allmählich die ganze Spreite, verschwindet aus den mittleren Schichten zuerst oder bleibt hier zurück, während die dem Bündel benachbarten Teile fast vollständig entleert werden. Im Bündel befindet sich stets nur wenig Zucker.

Gerbstoff findet sich schon im grünen Blatt *7* in größeren Mengen in allen Schichten, er nimmt aber in allen deutlich zu, besonders in den oberen drei bis vier Schichten. Schicht 3 verhält sich etwas unregelmäßig. In Blatt 1 hat eine sehr erhebliche Auswanderung in allen Schichten stattgefunden.

Schlußübersicht.

Die mit bloßem Auge wahrnehmbaren Vorgänge der herbstlichen Verfärbung zeigen bei vielen Pflanzen, besonders bei solchen, deren Blattform sich ähnelt, große Übereinstimmung. Bei Blättern, deren Länge ein Vielfaches ihrer Breite ist, schreitet die Verfärbung in der Regel von der Spitze zur Basis fort. Dies ist der Fall bei Betonica, Veronica, Plantago, Verbena, Silaus, Euphorbia, Solidago, Hieracium, Tanacetum. Abweichendes Verhalten zeigte Trifolium, dessen Fiederblätter auch recht lang und schmal sind. Hier ging die Verfärbung vom Rand aus gegen den Mittelnerv zu, der bis zuletzt in seiner ganzen Länge grün blieb. Ähnlich verhielt sich auch Scorzonera. Diejenigen Blätter, deren Länge die Breite nicht um ein Vielfaches übertrifft, verhalten sich in einzelnen Fällen ebenso, wie die erstgenannten, z. B.: Levisticum, Rumex, Campanula, Serratula. Meist aber dringt das Absterben von Spitze und Rand gleichzeitig gegen die Mitte vor. Dies wurde beobachtet bei Oxalis, Sorbus, Waldsteinia, Cimicifuga, Lyonia, Astrantia, Liriodendron. Bei anderen Blättern tritt das Absterben gleichzeitig in der ganzen Spreite auf, z. B. Amygdalus, Ribes, Ruta, Aesculus, Calycanthus, Populus, Salix, Budleya, Evonymus, Forsythia, Viburnum. Eine scharfe Grenze läßt sich jedoch zwischen den letzten beiden Gruppen nicht feststellen. In allen untersuchten Fällen blieben die Hauptbündel länger in normalem Zustande als die dazwischen liegenden Spreitenteile.

Bei der größeren Zahl der untersuchten Objekte war eine meist starke Rötung vorhanden, sie fehlte vollständig nur bei Levisticum, Ruta, Aesculus, Calycanthus, Populus, Salix, Budleya, Evonymus, Liriodendron. Die Rötung erstreckt sich zunächst auf die zwischen den Nerven liegenden Spreitenteile und ergreift erst zuletzt die größeren Nerven. Eine Ausnahme hiervon bilden Evonymus, dessen Hauptnerv stets gerötet war, und ferner Veronica, Plantago, Scorzonera, bei denen die Rötung am Hauptnerv herablief, während die benachbarte Spreite noch vollständig grün war. Bei manchen Objekten bleibt die Rötung ohne zu verblassen bis zum Abfallen des Blattes erhalten, hierhin gehören Veronica, Sorbus torm., Waldsteinia, Solidago, Campanula, Astrantia, Serratula. Bei den meisten tritt jedoch ein starkes Verbleichen ein. Dies ist der Fall bei Betonica, Plantago, Verbena, Silaus, Oxalis, Trifolium, Sorbus am., Amygdalus, Euphorbia, Ribes, Cimicifuga, Rumex, Tanacetum, Scorzonera, Viburnum.

Von den untersuchten 35 Objekten zeigten 25 ein Stadium sehr starker Stärkespeicherung. Dies fehlte aber vollständig bei Sorbus torm., Astrantia, Hieracium, Serratula, Tanacetum, Scorzonera, Viburnum, Liriodendron. Nur sehr wenig Stärke enthielten Sorbus am. und Euphorbia. Der Anfang der Speicherung liegt entweder im vollständig grünen Blatt bezw. Spreitenteil oder spätestens in den Zonen, die oben einen fahlgrünen Schein bekommen. Ohne Ausnahme liegt er stets vor der eintretenden Rötung. Kurz vor dieser bemerkt man bei einer Reihe von Objekten eine schmale fahlgrüne Zone, z. B. bei Betonica, Cimicifuga, Rumex, Campanula, Hieracium, Serratula, Scorzonera, Viburnum. Der Anfang der Speicherung kennzeichnet demnach zuerst die Vorbereitungen zum Absterben und muß daher auch in gleicher Weise wie die Verfärbung fortschreiten. Daß dies tatsächlich der Fall ist, läßt sich sehr deutlich beobachten bei Betonica, Veronica, Plantago, Verbena, Silaus, Rumex, Campanula, wo die Verfärbung und die beginnende Speicherung allmählich

von der Spitze zur Basis vordringen, während beides bei Oxalis, Trifolium, Sorbus am., Cimicifuga, Lyonia, vom Rand gegen die Blattmitte fortschreitet. Bei den Blättern, bei denen das Absterben die ganze Spreite gleichzeitig ergreift, tritt auch die Speicherung im allgemeinen in allen Teilen der Spreite zugleich auf, wie es bei Levisticum, Amygdalus, Waldsteinia, Deutzia, Ribes, Aesculus, Populus, Budleya, Forsythia beobachtet wurde. Dagegen dringt bei Ruta, Calycanthus, Salix, Evonymus, Solidago die Speicherung vom Rand gegen die Mitte vor. Das Maximum der Speicherung wurde in verschieden weit fortgeschrittenen Stadien gefunden. In den Zonen schwacher Rötung oder Vergilbung bei Plantago, Silaus, Levisticum, Oxalis, Amygdalus, Waldsteinia, Ruta, Populus, Salix, Evonymus, Cimicifuga, Rumex, etwas später bei Budleya, Lyonia. Erst mit dem Maximum der Rötung trat es ein bei Verbena, Trifolium, Solidago, Campanula. In den meisten Fällen wurde jedoch in diesem Stadium keine oder nur noch sehr wenig Stärke beobachtet. Unmittelbar vor dem Absterben ist alle Stärke aus dem Blatt verschwunden. Nur bei Salix und Budleya fanden sich noch geringe Mengen. Bei Budleya ist dies wohl auf den trockenen Standort zurückzuführen.

Wie bald diese verschiedenen Stadien auf einander folgen, unterliegt großen Schwankungen. Sehr rasch ist dies der Fall in Blättern, die schon durch ihre äußerliche Färbung verschiedene Zonen erkennen lassen, z. B. Betonica, Oxalis, Trifolium, Rumex, Solidago, auch Lyonia, sodaß in diesen Blättern nur eine schmale stärkeführende Zone vorhanden ist. Dagegen verteilen sich die Stadien bei Pflanzen, deren Blätter gleichmäßig absterben, auf eine Reihe von 8—10 Blättern, dies ist z. B. der Fall bei Aesculus, Salix, Budleya.

Die verschiedenen Zellschichten der Blätter beteiligen sich in verschiedener Weise an der Speicherung. Die Untersuchung ergab, daß sie bei Beginn zuerst in der Parenchymscheide mittlerer oder kleinerer Bündel oder in deren nächster Nähe auftritt, so z. B. bei Verbena, Silaus, Sorbus am., Deutzia,

Calycanthus, Salix, Rumex, Solidago, Lyonia, Forsythia. In anderen Fällen trat sie überall in den unteren Schichten des Mesophylls auf, wobei häufig eine stärkere Ansammlung an den Bündeln bemerkbar war, z. B. bei Betonica, Plantago, Oxalis, Aesculus. Während nun bei der überwiegenden Anzahl bie Stärke von hier aus allmählich auch in die oberen Schichten vordringt, geht bei einigen die Speicherung von den mittleren Schichten aus, um sich von hier allmählich nach oben und unten zu verbreiten, so verhalten sich z. B. Veronica, Verbena, Trifolium, Sorbus am., Amygdalus, Budleya, Cimicifuga, Rumex, Solidago, Forsythia.

In den Schichten, in denen die Stärke zuerst auftritt, ist meist auch die stärkste Speicherung vorhanden. Dies ist nicht der Fall bei Ruta, Evonymus, Amygdalus, Lyonia, bei denen die 2. Schicht erst zuletzt, dann aber auch die meiste Stärke enthält. Das Maximum liegt also meist in den mittleren und unteren Schichten des Mesophylls, seltener in den oberen. Mit Ausnahme der Schließzellen wurde nur bei Waldsteinia Stärke in der Epidermis beobachtet.

Die Auswanderung der Stärke erfolgt im allgemeinen auf die Weise, daß die Schichten, die zuletzt speichern, zuerst wieder entleert werden, sodaß kurz vor dem vollständigen Verschwinden die Stärke nur noch in dem an Bündel grenzenden Mesophyll vorkommt, während das übrige Gewebe vollständig entleert ist.

Die Parenchymscheide verhält sich meist wie das direkt angrenzende Mesophyll, kann aber auch deutlich mehr enthalten, wie z. B. bei Plantago, Silaus, Ruta, Aesculus, Budleya, Rumex, Lyonia, Forsythia. Bei diesen Objekten, mit Ausnahme von Plantago und Aesculus, enthielt sie bereits viel Stärke, bevor größere Mengen im Mesophyll auftraten. Andrerseits kann die Parenchymscheide auch weniger enthalten, so z. B. bei Veronica und Ribes, oder sogar ganz frei von Stärke sein: Solidago.

Ebenso wie in der Spreite wurde auch eine Ansammlung

von Stärke in den größeren Nerven beobachtet. Sie wurde hier nicht gefunden bei Levisticum, Trifolium, Amygdalus, Campanula. Öfters tritt die Speicherung hier im Nerven eher auf als in der Spreite, z. B. bei Ribes, Budleya, Rumex, Solidago, Lyonia. Fast stets fällt jedoch das Maximum mit dem der Spreite zusammen. Die Auswanderung ist hier oft eher beendet, als in der Spreite: Betonica, Deutzia, Ruta, Aesculus, Populus, Evonymus, in anderen Fällen dagegen später: Plantago, Ribes, Calycanthus, Salix, Solidago, Lyonia.

Fast stets ist Stärke in der Stärkescheide zu finden, sie fehlt nur bei Oxalis, Sorbus, Amygdalus, Euphorbia, Deutzia, Forsythia, die aber alle nur sehr wenig Stärke im Hauptnerv enthalten. Weniger häufig ist im Parenchym des Gefäßteils Stärke enthalten, das dabei aber bedeutend mehr speichert, als das des Siebteils. Im Nervenparenchym ist sie nur in wenigen Fällen vorhanden, und zwar bei Veronica, Verbena, Silaus, Waldsteinia, Ribes, Ruta, Aesculus, Salix, Cimicifuga, wobei besonders das über dem Bündel liegende Parenchym in Betracht kam. In einigen Fällen wurde beobachtet, daß an Bündeln, die mit einem Faserring umgeben sind, Stärke am meisten an den Stellen gespeichert wird, wo die Faserschicht am dünnsten ist.

Die Untersuchung der Blätter auf ihren Gehalt an reduzierenden Substanzen ergab, daß vor dem Stärkemaximum meist nur geringe Mengen derselben vorhanden waren, nur bei Euphorbia, Deutzia, Ribes, Verbena, Ruta fanden sich bereits vorher größere Mengen. Sobald aber das Stärkemaximum überschritten war, trat bei allen Objekten ausnahmslos eine starke plötzliche Zunahme ein. Demnach schreitet auch sie im Sinne der Verfärbung im Blatte fort.

Bei Betonica, Veronica, Plantago, Verbena, Levisticum, Waldsteinia, Trifolium, Salix, Lyonia, Forsythia trat eine sehr starke Abnahme im weiteren Verlauf des Absterbens ein, weniger stark ist diese bei Silaus, Sorbus am., Amygdalus, Euphorbia, Deutzia, Ribes, Ruta, Aesculus, Calycanthus, Bud-

leya, Evonymus, während bei Oxalis, Populus, Cimicifuga, Rumex, Solidago bis zuletzt eine Zunahme beobachtet wurde.

Bei denjenigen Objekten, bei denen keine Stärke gefunden wurde, war teilweise ein deutliches Zuckermaximum vorhanden und zwar bei Sorbus torm., Serratula, Viburnum, Liriodendron, während bei den übrigen, Astrantia, Hieracium, Tanacetum, Scorzonera eine starke Steigerung des Zuckergehaltes bis zuletzt festgestellt wurde.

Ein verschiedenes Verhalten der einzelnen Zellschichten in Bezug auf ihren Zuckergehalt ließ sich nur in einzelnen Fällen sicher feststellen. Fast stets trat der Zucker gleichmäßig in allen Schichten auf, nur bei Veronica, Plantago, Ruta zuerst in den oberen Schichten des Mesophylls.

Das Zuckermaximum trat meist in allen Schichten gleichzeitig auf, nur bei Veronica eher in den oberen, bei Oxalis eher in den unteren Schichten. Zur Zeit des Maximums enthielt am meisten die obere Epidermis bei: Betonica, Salix, Solidago, Viburnum, das obere Mesophyll: Plantago, Deutzia, Veronica, das mittlere Mesophyll: Ruta, Astrantia, das untere Mesophyll: Calycanthus, Populus, Forsythia, Serratula.

Die Parenchymscheide verhielt sich meist wie das benachbarte Mesophyll. Besonders viel enthielt sie bei: Sorbus am., Amygdalus, Ruta, Tanacetum.

Die Entleerung der Spreite geschah auch in allen Schichten fast gleichzeitig; bei einzelnen Objekten trat sie in oberen Schichten eher auf als in den unteren.

Die Nerven verhielten sich meist wie die Spreite. Am reichsten an Zucker war häufig das über dem Bündel liegende Parenchym, z. B. bei Betonica, Veronica, Plantago, Aesculus, Salix, Cimicifuga, Viburnum und auch die Stärkescheide bei Betonica, Sorbus am., Amygdalus, Aesculus. Das Bündelparenchym enthielt meist weniger als das Nervenparenchym bei Betonica, Veronica, Plantago, Verbena, Calycanthus, Budleya, Evonymus, Forsythia, Hieracium, Serratula, Liriodendron. Deutlich mehr enthielt es nur bei Sorbus am. und Amygdalus.

Bei der Entleerung nahm der Zucker meist in gleicher Weise wie in der Spreite ab.

Das Verhalten der Gerbstoffe während des Absterbens ähnelt dem der Stärke und des Zuckers, denn wie diese erfährt auch der Gerbstoffgehalt der Blätter ganz allgemein eine mehr oder weniger starke Zunahme. Der Anfang derselben tritt sofort mit den ersten äußerlichen Verfärbungen der Blätter ein und erscheint nur bei Sorbus am. und Amygdalus erst mit eingetretener Rötung, jedoch ist die Steigerung des Gerbstoffgehaltes eine ungleiche. Bei einigen Objekten tritt sehr früh eine starke Zunahme ein, die sich dann bis zum Maximum nur langsam steigert, wie z. B. bei Silaus, Budleya, Rumex, während bei anderen das Entgegengesetzte der Fall ist, indem erst kurz vor dem Maximum eine plötzliche starke Steigerung des Gerbstoffgehaltes stattfindet, wie bei Betonica, Veronica, Trifolium, Sorbus am., Amygdalus, Euphorbia, Solidago, Astrantia. Bei allen übrigen ist die Zunahme eine mehr allmählige und gleichmäßige.

Das Maximum liegt ausnahmslos nach dem der Stärke in bereits ziemlich vergilbten oder intensiv geröteten Blättern. Entweder blieb nun dieses Maximum bis zum Abfallen des Blattes erhalten, oder es erfolgte auch hier eine Abnahme, die bei einigen Objekten eine sehr beträchtliche war.

Bevor nun die Erscheinungen beim Absterben des Blattes in Bezug auf das Verhalten des Gerbstoffs im einzelnen geschildert werden, soll ein Überblick über das Vorkommen desselben in den normalen Blättern gegeben werden.

Er war im allgemeinen nur in geringen Mengen in ihnen enthalten. Die Verteilung in den verschiedenen Zellschichten war bei fast allen Objekten im allgemeinen die gleiche. Es wurde beobachtet, daß die obersten und untersten Zellschichten Gerbstoff enthielten, während die mittleren entweder vollständig frei waren, oder nur sehr wenig führten. Die einzige Ausnahme war Waldsteinia, die bereits viel Gerbstoff im normalen Blatt enthielt und zwar am meisten in den mittleren

Zellschichten. Beide Epidermen normaler Blätter enthalten fast stets Gerbstoff. Nur bei Ruta fehlt er in der unteren und bei Oxalis in beiden Epidermen. In der oberen wurde stets mehr als in der unteren gefunden, eine Erscheinung, die auch stets während des ganzen Verlaufs des Absterbens auftrat. Häufig änderte sich der Gehalt an Gerbstoff an den Nerven. Und zwar fand sich in normalen Blättern oberseits an den Nerven mehr bei Plantago, Sorbus torm., Lyonia, weniger bei Silaus, Deutzia, Ribes, Budleya, Solidago, Campanula, Hieracium, unterseits mehr bei Trifolium, Evonymus. Auch die hypodermalen Schichten enthielten im normalen Blatt meist Gerbstoff, er fehlte hier bei Oxalis, Trifolium, Ruta, Campanula in beiden, und bei Betonica, Amygdalus, Astrantia nur in der unteren hypodermalen Schicht. Die mittleren Schichten waren vollkommen frei bei Betonica, Plantago, Oxalis, Trifolium, Sorbus am., torm., Amygdalus, Euphorbia, Ribes, Ruta, Populus, Evonymus, Solidago, Campanula, Hieracium, Serratula, Scorzonera, Viburnum. Die übrigen Objekte enthielten in allen Schichten Gerbstoff, teilweise nur sehr wenig, wie z. B. bei Verbena, Veronica, Levisticum, Budleya, Rumex, Forsythia, teilweise aber auch in großen Mengen, so z. B. bei Waldsteinia, Ribes, Aesculus, Salix, Evonymus, Cimicifuga, Liriodendron. Die Parenchymscheide war frei oder enthielt nur sehr wenig bei Veronica, Plantago, Levisticum, Deutzia, Ruta, Calycanthus, Populus, Budleya, Evonymus, Campanula. Die größeren Nerven enthielten im allgemeinen auch sehr wenig, vollkommen frei waren die von Verbena, Oxalis, Sorbus torm., Ruta, Gerbstoff fand sich nur in hypodermalen Schichten bei Trifolium, Scorzonera, nur im Bündelparenchym bei Betonica, Veronica, Plantago, Silaus, Levisticum, Amygdalus, Ribes, Solidago, Campanula, Serratula, Liriodendron, in beiden bei Aesculus, Calycanthus, Budleya, Evonymus, Astrantia, Tanacetum, in allen Gewebeteilen des Nerven fand sich Gerbstoff bei Waldsteinia, Sorbus am., Euphorbia, Deutzia, Populus, Salix, Cimicifuga, Rumex, Hieracium.

War der Beginn des Absterbens eingetreten, wie sich durch die beginnende Verfärbung feststellen ließ, so wurde ausnahmslos eine Zunahme des Gehaltes an Gerbstoff beobachtet; sie trat dadurch zu Tage, daß einmal die gefällten Mengen sich vergrößerten oder intensiver gefärbt erschienen, oder es konnten von nun an die Gerbstoffe auch in Schichten auftreten, in denen sie im normalen Blatte fehlten.

Die Zunahme des Gerbstoffgehaltes folgte auch im allgemeinen der Richtung der fortschreitenden Verfärbung, wie sich bei einigen Objekten besonders gut beobachten ließ. Von der Spitze zur Basis drang der Gerbstoff vor bei Betonica, Veronica, Plantago, Verbena, Silaus, Rumex, Solidago, vom Rand nach der Mitte bei Oxalis, Trifolium, Evonymus, Campanula, Hieracium, Serratula, Scorzonera. Bei einzelnen Objekten erfolgte die Zunahme des Gerbstoffs von den oberen und unteren Schichten allmählich gegen die mittleren zu, z. B. bei Trifolium, oder er trat gleichzeitig in allen Schichten zuerst in geringen, dann in immer größeren Mengen auf. Teilweise blieben gewisse Zellschichten des Mesophylls stets frei von Gerbstoff, so z. B. bei Oxalis, Ribes, Ruta, Populus, Evonymus. Bei einzelnen Objekten zeigte sich auch die Erscheinung, daß die Zellen einer Schicht sich verschieden verhielten, indem die meisten viel Gerbstoff enthielten, während unmittelbar benachbarte vollkommen frei waren. Diese Erscheinung wurde in allen Schichten beobachtet, beschränkte sich jedoch bei dem einzelnen Objekt immer auf dieselbe Schicht, z. B. Waldsteinia, Euphorbia, Deutzia, Ribes, Ruta, Cimicifuga, Lyonia. Bei diesen Objekten waren die gerbstofffreien Zellen sowohl im normalen, wie auch in allen absterbenden Blättern vorhanden.

War das Maximum des Gerbstoffgehaltes erreicht, so war derselbe stets gleichmäßig innerhalb der einzelnen Zellschichten verteilt, ohne Unterschiede an benachbarten Bündeln zu zeigen. Nur der Gerbstoffgehalt der Epidermis änderte sich bei einzelnen Objekten an den Bündeln. In der oberen Epidermis

fand sich hier mehr bei Verbena, Solidago, weniger bei Campanula, Astrantia, Liriodendron, bei letzteren beiden auch in der unteren Epidermis weniger.

Nachdem das Maximum erreicht war, wurde häufig eine beträchtliche Abnahme beobachtet. Dies war der Fall bei Veronica, Silaus, Waldsteinia, Sorbus am., Euphorbia, Deutzia, Aesculus, Populus, Lyonia, Astrantia, Serratula, Tanacetum, Liriodendron. Weniger stark war die Abnahme bei Betonica, Levisticum, Oxalis, Trifolium, Amygdalus, Sorbus torm., Ruta, Calycanthus, Cimicifuga, Forsythia, Scorzonera. Öfters ergab hierbei die Untersuchung, daß an den Bündeln noch größere Mengen Gerbstoff vorhanden waren, während die zwischen ihnen liegende Spreite mehr oder weniger entleert war. Keine Abnahme wurde gefunden bei Plantago, Verbena, Ribes, Salix, Budleya, Evonymus, Rumex, Solidago, Campanula, Hieracium, Viburnum.

Die Parenchymscheide enthielt meist Gerbstoff in dem Maße wie die angrenzenden Zellen. Im normalen Blatt war sie gerbstoffrei bei Ruta, Evonymus, Populus, Forsythia, Campanula. Ihr Gehalt nahm mit dem der Spreite zu, resp. auch wieder ab. Sie enthielt nie Gerbstoff bei Ruta, Evonymus, Campanula.

In den Geweben des Hauptnerven ließ sich eine beträchtliche Zunahme des Gerbstoffgehaltes nur feststellen bei Betonica, Veronica, Plantago, Verbena, Levisticum, Populus, Solidago, Trifolium, Sorbus torm., Deutzia, Forsythia, Astrantia, Serratula. Eine geringe Zunahme wurde beobachtet bei Sorbus am., Cimicifuga, Rumex, Campanula, Hieracium, Tanacetum, Scorzonera, Viburnum.

Kein Unterschied in den Nerven der normalen und absterbenden Blätter wurde gefunden bei Silaus, Waldsteinia, Amygdalus, Euphorbia, Ribes, Aesculus, Calycanthus, Salix, Evonymus, Lyonia, Liriodendron, Oxalis, Ruta. Letztere beiden enthielten nie Gerbstoff im Hauptnerven.

Am häufigsten und meisten ist Gerbstoff enthalten im

Parenchym des Hauptbündels, wo er nur in den normalen Blättern von Verbena, Trifolium, Sorbus torm., Scorzonera vollständig fehlt. In zweiter Linie kamen für das Auftreten von Gerbstoff die oberen und unteren hypodermalen Schichten in Betracht; er fehlte hier nur in den normalen Blättern von Betonica, Veronica, Plantago, Verbena, Levisticum, Solidago, Campanula, Serratula und außerdem in allen Blättern bei Silaus, Amygdalus, Sorbus torm., Ribes, Liriodendron. Das übrige Nervenparenchym enthält nur selten etwas Gerbstoff, größere Mengen nur in älteren Blättern von Veronica, Plantago, Verbena, Waldsteinia, Sorbus am., Deutzia, Populus, Salix, Cimicifuga, Solidago, Lyonia, Hieracium. Die Stärkescheide enthält auffallend viel bei Waldsteinia, Rumex, Solidago, Hieracium. Die Zunahme erfolgt im allgemeinen in gleicher Weise wie in der Spreite, sodaß die Maxima stets zusammen fallen. Die Abnahme tritt allerdings bei vielen Objekten, die eine solche in der Spreite zeigen, nicht oder viel unvollkommener ein, z.B. Waldsteinia, Trifolium, Amygdalus, Astrantia, Serratula, Tanacetum, Liriodendron.

Die durch Kaliumbichromat hervorgerufenen Niederschläge waren entweder homogen oder körniger, tropfiger, klumpiger Natur. Es wurde beobachtet, daß in der Epidermis, der Parenchymscheide und dem Nerven- und Bündelparenchym vorwiegend die homogene Fällung auftrat.

Das Verhalten des Anthocyans ist bereits oben gekennzeichnet, dieses ist es, das die herbstliche Rötung der Blätter hervorruft, es kann nach seinem stärksten Auftreten ganz oder teilweise wieder verschwinden. Auch kann seine Bildung ganz unterbleiben.

Es befand sich epidermal, und zwar nur oberseits bei Plantago und Ribes, ober- und unterseits bei Betonica, Oxalis, Trifolium, Solidago, Hieracium, außerdem auch in hypodermalen Schichten bei Campanula, Tanacetum, nur hypodermal, oberseits bei Verbena, Sorbus am., torm., Euphorbia, Cimici-

fuga, Lynonia, Forsythia, Astrantia, Serratula, Scorzonera, Viburnum, auch unterseits bei Amygdalus, Waldsteinia.

Vergleicht man nun die Reihenfolge, in der die drei Substanzen Stärke, Zucker und Gerbstoff auftreten, so ist zu bemerken, daß das Stärkemaximum ausnahmslos vor dem des Zuckers und des Gerbstoffs liegt. Zu dieser Zeit ist das Chlorophyll stets noch vorhanden, bei den meisten Objekten noch unvermindert, nur bei Populus, Salix, Budleya, Evonymus beginnt es bereits stärker zu verblassen. Der Gehalt an Zucker wird zunächst nicht bedeutend gesteigert, erst nachdem das Stärkemaximum erreicht ist, tritt das Zuckermaximum mehr oder weniger rasch und plötzlich in Erscheinung. Anders verhält sich der Gerbstoff; dieser erfährt von Anfang an eine mehr oder weniger starke Zunahme, erreicht sein Maximum, wie bereits oben gesagt, stets nach dem der Stärke und im allgemeinen auch nach dem des Zuckers. Dies war der Fall bei Hieracium, Tanacetum, Levisticum, Trifolium, Viburnum, Budleya, Evonymus, Plantago, Silaus, Salix, Verbena, Veronica. Es liegt vor dem des Zuckers nur in solchen Fällen, wenn keine Zuckerabnahme gefunden wurde, so z. B. bei Scorzonera, Astrantia, Populus, Cimicifuga, Oxalis, Aesculus. In allen übrigen Fällen fielen die Maxima des Zuckers und des Gerbstoffs zusammen. Häufig fiel auch das Maximum der Rötung mit den letzteren zusammen, so z. B. bei Sorbus torm., am., Betonica, Solidago, es kann aber auch etwas früher oder später liegen. In den Fällen, wo Zucker- und Gerbstoffmaximum nicht gleichzeitig auftraten, lag das Maximum der Rötung stets näher dem des Gerbstoffs.

Ende Oktober 1910 wurde vorläufig eine Anzahl von Objekten in Formalinwasser konserviert und dann auf Stärke untersucht. Die Erscheinungen, wie sie im Verlauf der Vergilbung oder Rötung auftraten, waren dieselben wie die im Herbst 1911 beobachteten. Fast von allen Objekten waren sämtliche Übergänge vom frisch grünen bis zum vergilbten Blatt vorhanden. Nur bei Hydrangea paniculata, Prunus avium,

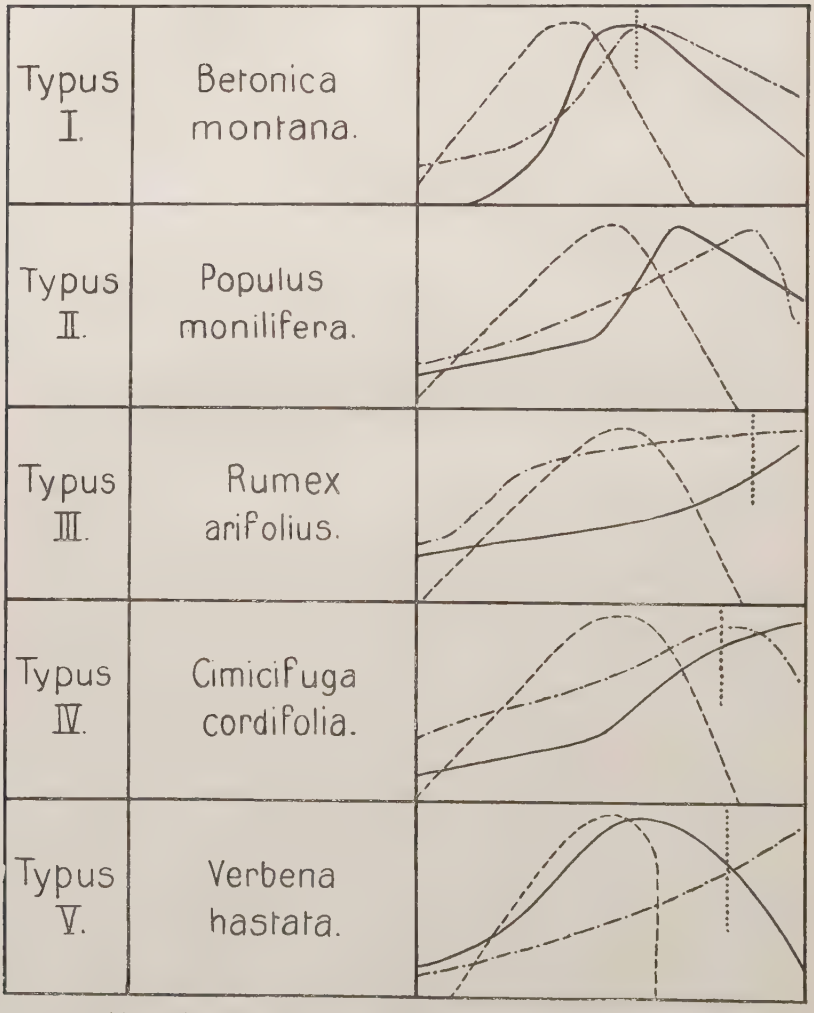
Salix caprea, Mespilus germanica, Pentstemon ovatus fehlte das frisch grüne Blatt. Rötung war vorhanden bei Prunus avium, Pentstemon ovatus, Pterocephalus Parnassi, Geum pyrenaicum, Geranium macrorhizum, Mespilus germanica. Bei den letzteren 3 Objekten wurde die Rötung im weiteren Verlauf des Absterbens wieder schwächer.

Viel Stärke enthielten Salix caprea, Ulmus, Cimicifuga cordifolia, Philadelphus, Hydrangea paniculata, Mespilus germanica, Geum pyrenaicum, Prunus avium, Geranium macrorhizum, Kerria japonica, Pterostyrax hispida, Calycanthus praecox, Pterocephalus Parnassi, Forsythia suspensa, Pentstemon ovatus. Von diesen hatten jedoch die meisten in den noch frischen Blättern das Maximum der Speicherung bereits erreicht oder schon überschritten. Die Anfänge der Speicherung zeigten nur Geum, Geranium, Kerria und Pterocephalus. Auch von den Objekten, die teils wenig, teils keine Stärke enthielten, waren fast stets alle Übergänge vom frisch grünen bis zum vergilbten Blatte vorhanden, das grüne fehlte nur bei Cornus mas, Heuchera ribifolia, Acer platanoides, Populus monilifera, Saxifraga peltata, Lyonia speciosa, Myrica gale. Nur noch wenig Stärke enthielten Salix viminalis, Corylus, Betula alba, B. Ermani, Fagus silvatica, Polygonum cuspidatum, Deutzia crenata, Rubus phoenicolasius, R. caesius, R. idaeus, Alchemilla hybrida, Agrimonia procera, Cornus mas, Heuchera ribifolia, Acer platanoides. Keine Stärke fand sich bei Salix adenophora, S. nigricans, Populus monilifera, Saxifraga peltata, Ribes grossularia, R. cynosbati, Spiraea opulifolia, Potentilla splendens, P. pensylvanica, Prunus avium, Robinia pseudacacia, Rhamnus Frangula, Lyonia speciosa, Fraxinus excelsior, Helianthus doronicoides, Aster novae angliae, A. puniceus, Memispermum, Chrysostemma tripteris, Myrica gale.

Folgende 5 Figuren sollen in schematischer Weise das Verhalten von Stärke, Zucker, Gerbstoff und Farbstoff im Verlauf des Absterbens und im Verhältnis zu einander veranschaulichen. Hierbei ist das normale Blatt links stehend gedacht, das vergilbte rechts.

Zeichenerklärung:

– – – – – Gehalt an Stärke.
——————— „ „ Zucker.
—·—·—·— „ „ Gerbstoff.
⋮ Stelle der intensivsten Rötung.



Abgesehen von kleineren Unterschieden entsprachen dem Typus I 13, II 6, III 3, IV 5 und V 8 Objekte.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung 5
Einzeluntersuchungen 10
Verbena hastata 10
Betonica montana 11
Veronica peduncularis 14
Plantago maritima 16
Silaus Besseri 18
Levisticum officinale 21
Oxalis umbellifolia 22
Trifolium purpureum 24
Sorbus americana 26
Amygdalus nana 29
Waldsteinia sibirica 31
Euphorbia palustris 33
Deutzia crenata 35
Ribes rubrum 37
Ruta graveolens 38
Aesculus hippocastanum 40
Calycanthus praecox 43
Populus monilifera 45
Salix caprea 47
Budleya variabilis 49
Evonymus latifolius 52
Cimicifuga cordifolia 54
Rumex arifolius 56
Solidago lithospermifolia 58
Lyonia speciosa 61
Forsythia viridissima 63
Campanula glomerata 66
Sorbus torminalis 68
Astrantia major 70
Hieracium prenanthoides 71

Serratula tinctoria 73
Tanacetum vulgare 75
Scorzonera hispanica 77
Viburnum americanum 78
Liriodendron tulipifera 80

Schlußübersicht.

Mit bloßem Auge wahrnehmbare Vorgänge der Verfärbung 83
Rötung 84
Stärkespeicherung 84
Reduzierende Substanzen 87
Gerbstoffe 89
Anthocyan 93
Reihenfolge, in der Stärke, Zucker, Gerbstoff und Anthocyan auftreten 94
Vorläufige Untersuchungen vom Oktober 1910 . . . 94

Lebenslauf.

Am 18. Juli 1886 wurde ich in Celle geboren. Ich besuchte die 4. Bürgerschule und die Drei-König-Schule (Realgymnasium) zu Dresden-N., die ich Ostern 1907 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Vom 1. April 1907 bis 31. März 1908 genügte ich meiner Militärpflicht. Von Ostern 1908 an habe ich in Göttingen Naturwissenschaften studiert.

Allen meinen verehrten akademischen Lehrern spreche ich meinen verbindlichsten Dank aus, im besonderen Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Berthold für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit und ihre stete Förderung.

Theodor Schmidt.